CHRISTIAN GELLERT

aprenda Instrumental en 15 días

Un método ideal de autoenseñanza sin matemáticas casi leyendo de corrido Ud. llegará a dominar la técnica del INSTRUMENTAL

H.A.S.A. EDITORIAL HISPANO AMERICANA S. A.

CHRISTIAN GELLERT APRENDA INSTRUMENTAL EN DIAS

CHRISTIAN GELLERT
con la dirección técnica del
ING. FRANCISCO L. SINGER

APRENDA INSTRUMENTAL EN 15 DIAS



EDITORIAL HISPANO AMERICANA S. A.
ALSINA 731 BUENOS AIRES

Impreso en Argentina *Printed in Argentina*

Día 1

Dedicamos este libro a todos aquellos entusiastas por la radio, la televisión, los semiconductores y todos los temas afines que ya se engloban en la Electrónica, importante ciencia del presente que tendrá parte destacada en el mundo del porvenir. Es cada día mayor la cantidad de gente interesada en la materia, pero la mayoría no puede seguir cursos regulares y estudia por su cuenta, en libros, revistas, con amigos; adquieren así conocimientos y comienzan a practicarlos hasta que se encuentran con la valla infranqueable: para aprender, para trabajar, para revisar equipos tienen que hacer mediciones, usar instrumental.

Con esta palabra se establece una frontera entre los que "saben" y los que "no saben". Conociendo el funcionamiento y el uso del instrumental se puede avanzar en forma insospechada en la electrónica; pero eso no se reemplaza con nada. Por eso presentamos este trabajo a nuestros lectores que nos han seguido en otros libros de esta misma serie; queremos que avancen, que entiendan mejor, que puedan adquirir una nueva actividad. A lo largo de las páginas que siguen avanzaremos paso a paso, como lo hemos hecho siempre y estamos seguros que, al terminar el último día, quienes nos hayan seguido podrán manejar un laboratorio de radio y TV sin dificultades.

PRINCIPIOS BASICOS DE LA MEDICION

Cuando se piensa en un *aparato* o *instrumento* para radio o TV se habla de *medición* y ese concepto es erróneo; no todos los aparatos miden, pues algunos comparan, otros generan. Tenemos así tres grandes grupos de instrumentos en un laboratorio: los aparatos de *medición,* los de *comparación* y los de *generación.* Como los lectores conocen algo de estas cosas, porque no se puede empezar a estudiar radio o televisión con este libro, podemos mencionar ejemplos; un multímetro *(tester),* mide, un puente, compara, y un oscilador, genera. Todos ellos son aparatos de laboratorio; con ellos se hacen ajustes, se revisan equipos, se comprueban funcionamientos. Es importante que nos pongamos de acuerdo desde el principio; este libro no enseña ni teoría ni service de radio, TV o alguna materia afín. Está destinado a explicar el funcionamiento y el uso de todos los aparatos que sirven para trabajar mejor en esas especialidades, y entonces, en esas explicaciones, supondremos conocida la teoría de los circuitos, válvulas, etc. Para aquellos que no estén en esas condiciones sugerimos la lectura previa de los otros tomos de esta misma colección que tratan los temas pertinentes.

Con las aclaraciones que preceden, retomamos el tema. Todo el instrumental que aparece en un laboratorio puede ser clasificado de acuerdo con las categorías antes señaladas; además, siempre habrá una cifra que aparece como resultado de una lectura. La cifra de lectura está indicada por una aguja en una escala, en los aparatos de medición; es un cero o una cifra predeterminada en los aparatos de comparación; es una cifra que se coloca de antemano en un dial graduado, en los aparatos de generación. Evidentemente, este tema es importante y debemos tratarlo detalladamente, pues constituye la base de la técnica del uso del instrumental. Y planteamos desde ya el caso de aparatos que escapan a la clasificación anterior, como los osciloscopios.

Lecturas con aguja móvil

En los instrumentos de medición y en algunos de comparación hay una escala graduada sobre la que se desplaza una aguja, la que a su vez gira sobre un eje. La figura 1 nos muestra una escala de ese tipo, con su aguja y eje; por ahora

no entraremos en consideraciones acerca de las divisiones de la escala, lo cual será tema para más adelante. La forma como se produce el

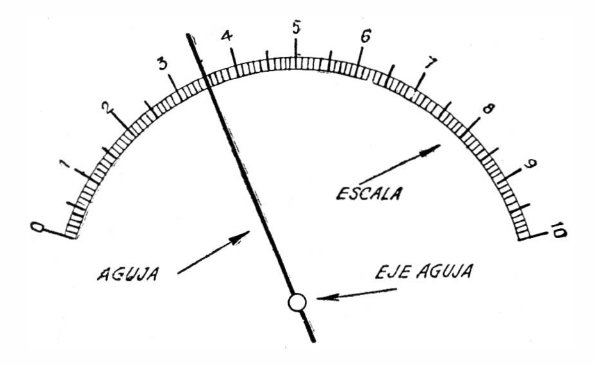


FIG 1. — La aguja marca en la escala una lectura de 3,5.

movimiento de la aguja será estudiada posteriormente. A título ilustrativo, en la figura 1 la aguja nos indica una lectura de 3,5, lo cual no necesita ser explicado, porque es lo mismo que leer una medida en una regla métrica o algo por el estilo.

Cuando un aparato de medición usa como indicador una aguja móvil, ese aparato se conecta a la parte del circuito donde debe efectuarse la medición y entonces la aguja gira hasta que se detiene. La lectura debe hacerse en ese lugar de la escala, el que está marcando la aguja detenida. Cuando no estaba conectado el instrumento, la aguja reposaba en la posición *cero* de la escala.

Hay aparatos en los cuales la aguja tiene su posición de reposo en el centro de la escala, donde está marcado el cero; la figura 2 nos mues-

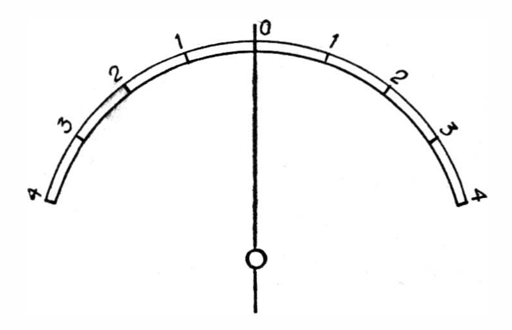


FIG 2. — Hay escalas en las que el cero está en el centro y los números crecen en ambas direcciones a partir del cero.

tra esa particularidad. Hacia ambos lados del centro la escala tiene numeraciones crecientes hacia la derecha y hacia la izquierda. Como veremos más adelante, esto tiene por objeto evitar la inversión de conexiones en aparatos polarizados o es típico en los casos de aparatos acusadores de equilibrio en los instrumentos de comparación (puentes, etc.); en este segundo caso, cuando se conecta el aparato la aguja marcará un valor hacia un lado o hacia el otro, pero actuando sobre el sistema de equilibrio del circuito, la aguja tiende primero y llega después al punto cero central.

Hay también casos particulares, en los cuales existe la aguja móvil y la escala no tiene números sino zonas, como lo muestra la figura 3. El ejemplo más típico es el de los probadores de válvulas, en los cuales la escala tiene tres zonas de color: rojo (válvula mala), amarillo (dudosa) y verde (buena). La aguja pertenece a un instrumento adosado al probador, y marca la corriente de emisión; según esa corriente sea pequeña, media o grande, la aguja queda en una de esas tres zonas. En la figura 3 se ha colocado la aguja como si la válvula estuviera en condi-

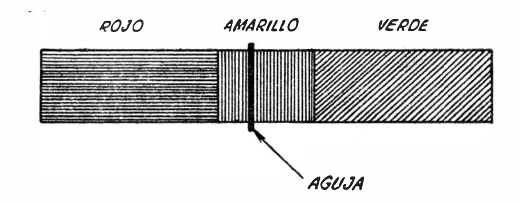


FIG. 3. — En los probadores de válvulas no interesan los números en la escala sino la zona que indica la aguja.

ciones dudosas de emisión y es lógico que no haya números en la escala, puesto que no hay que leer una cifra determinada.

Lecturas con diales

Los instrumentos de medición y algunos de los de comparación tienen escalas sobre las que se desplazan agujas móviles. Los instrumentos generadores, algunos comparadores, y muchos otros aparatos que serán mencionados en detalle cuando llegue la oportunidad, usan escalas de ajuste previo. Se trata de un dial, casi siempre circular, que es giratorio y que se lo mueve hasta hacer coincidir un *índice* con la cifra deseada. La figura 4 nos muestra uno de estos tipos de diales. Para tener una rápida idea de estos dispositivos piénsese en las perillas de sintonía de los pequeños receptores a transistores, en las perillas de comando de temperatura de las heladeras eléctricas, etc. Puestas en instrumentos de

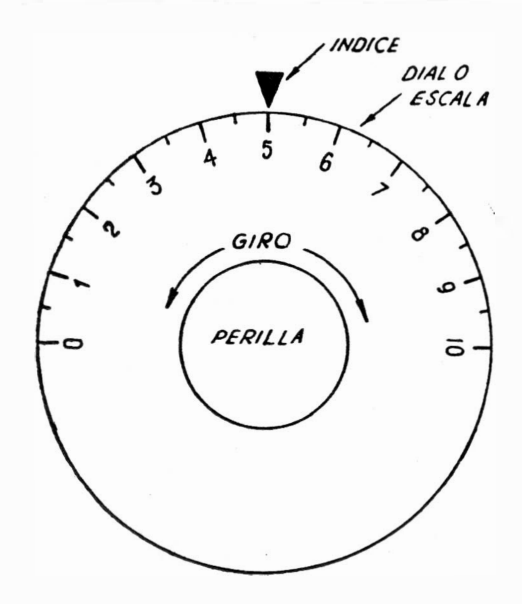


FIG. 4. — Aspecto típico de un dial giratorio con índice fijo; la escala está graduada en el mismo disco del dial.

laboratorio, al girarlas, se mueve con el mismo eje un elemento variable que actúa en el circuito. Por ejemplo, si el aparato es un oscilador, el dial corresponde al capacitor variable que cambia la frecuencia generada; entonces, uno busca la cifra correspondiente a esa frecuencia en el dial y lo gira hasta que ese número coincide con el índice que está fijo al frente del aparato.

No debe confundirse el dial giratorio, con giro continuo, con las perillas de selección que se muestran en la figura 5. En este caso la perilla en forma de flecha o redonda con una raya indicadora gira a saltos, pues acciona una llave



FIG. 5. — Una perilla que acciona una llave selectora sólo tiene varias posiciones fijas indicadas con números o leyendas.

selectora rotativa; a cada posición corresponde una condición de trabajo en el circuito, de acuerdo con los cambios que produzca la llave en las conexiones. En cada punto hay indicaciones que corresponden a esos cambios; por ejemplo, si se trata de un oscilador, la selectora elige una cierta gama o rango de frecuencias y el dial después permite fijar una cierta frecuencia dentro de esa gama o banda. Las selectoras no pueden considerarse diales indicadores ni escalas con aguja movible.

Elongación o desplazamiento

En las escalas de instrumentos indicadores de aguja móvil, esa aguja se desplaza desde un extremo hasta el otro de la escala abarcando un ángulo máximo de apertura que puede ser de 90 grados, 120 grados o 150 grados. En el caso particular de escalas con cero al centro, el desplazamiento total es el mismo, pero la posición de reposo de la aguja está en el centro de la escala y no en uno de sus extremos.

En los diales de instrumentos generadores o de otro tipo, la escala está dibujada abarcando

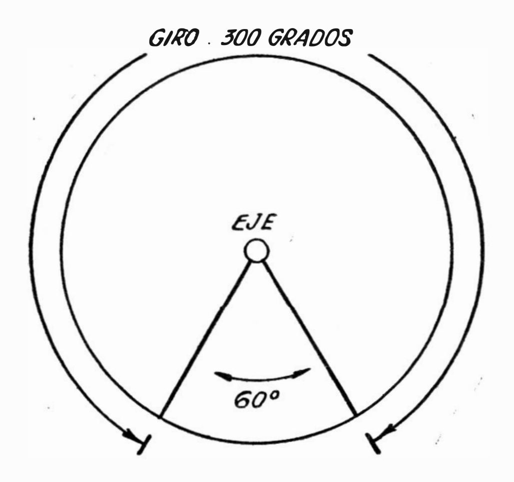


FIG. 6. — El ángulo de giro del eje de un potenciómetro es de 300 grados.

ángulos que dependen del elemento que es accionado. Si lo que se hace girar es el eje de un potenciómetro o resistencia variable, generalmente el ángulo máximo de giro es de 300 grados, como se ve en la figura 6. Casos típicos son los atenuadores de los osciladores, los ecualizadores de amplificadores, etc. Si el elemento accionado es un capacitor variable, el ángulo máximo de giro es casi siempre de 180 grados, como lo muestra la figura 7. Hay casos especiales de capacitores variables que se fabrican para que giren ángulos mayores, pero no son comunes. Casos típicos de diales de 180° son los de los osciladores o generadores de señales.

Las consideraciones precedentes no son fun-

damentales en cuanto a la forma de hacer lecturas, pero permiten determinar el tipo de elemento accionado, ya que según el ángulo má-

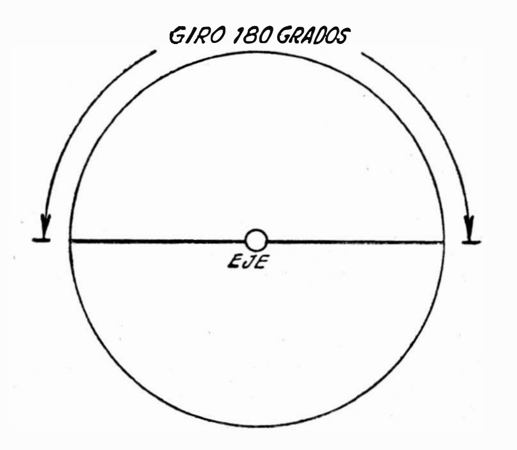


Fig. 7. — El ángulo de giro de un capacitor variable es de 180 grados.

ximo se sabe si se trata de un potenciómetro o de un capacitor variable. Hay que hacer una salvedad y es que en algunos aparatos en los que se acciona un capacitor variable existe un dial del tipo rectilíneo y no circular, y tienen una aguja que se desplaza al accionar la perilla. Para recordarlo, basta pensar en los diales de los receptores de radio; hay de los dos tipos, los aparatos pequeños tienen diales giratorios, directos, y los grandes, generalmente de más de una banda de sintonía, tienen diales rectilíneos, en los que el giro de la perilla de accionamiento tiene un dispositivo multiplicador. Algunos osciladores de radio frecuencia tienen ese tipo de diales, los que no deben ser confundidos con los de los aparatos de aguja móvil, porque en aquellos la aguja se desplaza por accionamiento manual y no por efecto interno del dispositivo. Esta aclaración vino al caso, porque la diferencia entre escalas con aguja móvil y diales de posición se basaba en detalles que el caso puesto como excepción podría presentar confusiones al lector.

Tipos de escalas

En las figuras 1 y 4 mostramos dos escalas que tenían particularidades no comunes, pero ellas eran simples modelos para establecer diferencias entre un sistema de indicación y uno de marcación: la aguja móvil indica, el dial giratorio marca. Esas escalas iban de cero a diez unidades, estaban divididas entre las unidades enteras en forma decimal y todas las partes de escala correspondientes a una unidad eran iguales entre sí; es decir, que la medida que abarcaba la zona entre el 1 y el 2, por ejemplo, era igual a la del 4 al 5 o a la del 8 al 9. Si bien la escala de la figura 1 marcaba los décimos y la de la figura 4 marcaba solamente los medios de las unidades, ese detalle no cambia lo que se dijo antes.

La particularidad mostrada en esas dos figuras nos permite explicar fácilmente las diferentes clases de escalas en uso; fundamentalmente hay tres clases de escalas: la *decimal,* la *cuadrática* o *logarítmica* y la *ampliada* o *expandida.* Para establecer las diferencias veamos la figura 8. La escala tipo decimal tiene todas sus divisiones y subdivisiones iguales; en la figura no se han dibujado subdivisiones porque ya las vimos en la figura 1, pero lo esencial es que no importa cuántas divisiones haya ni cuántas subdivisiones forman cada división, siempre son todas iguales.

La escala cuadrática o logarítmica tiene sus divisiones diferentes, pues las dimensiones se van reduciendo a medida que avanzamos a lo largo de la escala; en el caso de la que mostramos en la figura 8 al centro, se nota perfectamente eso y se nota también algo más: la primera parte de una escala cuadrática suele no tomarse en cuenta pues no guarda relación lógica. En la que mostramos en la figura 8 al centro, esa primera parte es la que va del cero al uno.

La escala expandida o ampliada se ve también en la figura 8 abajo, y presenta la particularidad de que una zona de la misma abarca

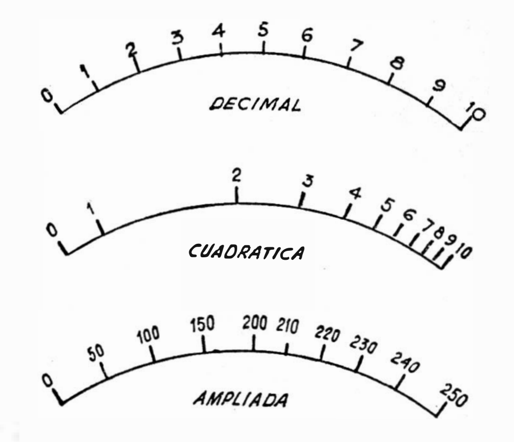


Fig. 8. — Hay tres tipos distintos de escalas, la decimal, la cuadrática y la expandida o ampliada.

mucha mayor dimensión, lo que se hace de intento por usarse casi siempre esa zona de la escala. En el ejemplo que muestra la figura, esa zona es la que va desde la cifra 200 hasta

240 y no es difícil adivinar que esta escala corresponderá a un voltímetro que marque la tensión de línea. Interesa ver con detalles los valores alrededor de 220 Volt y el resto de la escala no interesa; entonces la fábrica de voltímetros construye modelos especiales, con escala expandida, que permite lecturas al detalle en la zona que interesa. Esta escala se ha mencionado porque existe, pero no es común que la encontremos en aparatos para uso en laboratorios de radio o TV.

Las escalas usuales son la decimal, típica en instrumentos que indican valores de corriente o de tensión continuas, y la cuadrática, aunque no siempre tan marcada en su característica, que aparece en instrumentos para corriente alterna y otros.

Subdivisiones en las escalas

Uno de los principales problemas que se le presenta al lector cuando debe aprender a usar instrumental, es la de hacer lecturas en las escalas. No importa que se trate de una escala de indicación (Fig. 1) o de marcación (Fig. 2); lo importante es determinar la cifra correcta. Cuando la aguja o el índice quedan exactamente en una rayita a la cual corresponde un número, no hal problema, pues basta leer ese número; pero cuando quedan en cualquier lugar donde no hay número, aparece la necesidad de apreciación para efectuar la lectura; es de notar que el caso que vimos en la figura 1 era de fácil lectura, pues si bien no había un número en el lugar de parada de la aguja, se podía fácilmente determinar que tal lectura era de 3,5.

Veamos cómo son las subdivisiones que traen las escalas, cosa que mostramos en la figura 9. Lo más común es que aparezcan cuatro tipos de subdivisiones, las que hemos indicado con las letras *a* hasta *d*. Las que vemos en *a* son las más simples por el hecho de que estamos acostumbrados a verlas en los metros o reglas graduadas en centímetros y milímetros. Entre un número y el que sigue hay 10 divisiones y está generalmente destacada la que corresponde a la mitad o sea a 5 décimas; escalas con este tipo de subdivisiones no ofrecen ninguna dificultad para hacer lecturas.

El segundo tipo que mostramos es la escala *b* de la figura 9. Entre un número y el que sigue hay cinco divisiones, o sea que cada división vale dos décimos. Cuando se tiene este caso hay que tener cuidado de no apreciar cada rayita como un décimo, porque la lectura sería errónea; en los ejemplos que pondremos se verá la manera de apreciar los decimales de la lectura.

El tercer tipo que vemos es el *c* en la figura 9. Esta escala tiene marcadas únicamente las mitades de las divisiones, o sea que se indican los cinco décimos. Para hacer lecturas hay que

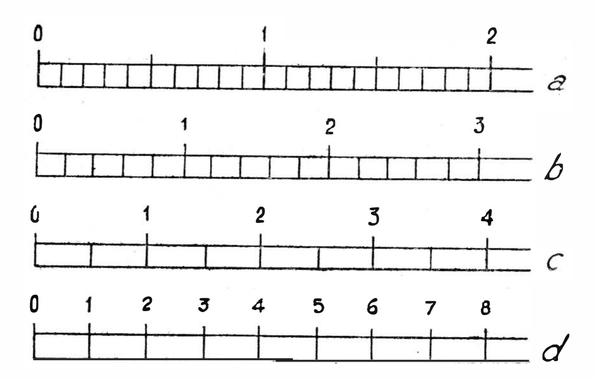


Fig. 9. — Las divisiones principales que forman el total de una escala tienen subdivisiones de alguno de los tipos que se ven arriba.

apreciar "a ojo" los décimos, cosa que se logra con un poco de práctica.

Finalmente, la escala *d* de la figura 9 nos muestra el caso en que no hay subdivisiones. En la escala están indicados los números que marcan las divisiones, pero nada más. Para hacer lecturas en estas escalas hay que apreciar "a ojo" los decimales, lo que requiere cierta práctica. En los ejemplos que pondremos más adelante se verá el procedimiento, pero la práctica de lecturas corresponde al lector; una manera de ensayar este tipo de lecturas es tomar una regla graduada en centímetros y milímetros y tratar de leer los milímetros alejando la regla de la vista, para no ver las rayitas, y acercarse luego para comprobar si hemos hecho bien la lectura.

Ejemplos de lecturas

Los ejemplos que siguen no corresponden a la escala de algún instrumento determinado, pero servirán para ir ejercitando la operación de leer en escalas. Hemos puesto en la figura 10 cuatro ejemplos típicos, cada uno correspondiente a cada tipo de escala que vimos en la figura 9; asimismo, las letras *a* hasta *d* corresponden a las mismas letras de la figura 9.

Comencemos con el caso *a*, escala decimal con divisiones para las unidades y subdivisiones para los décimos. Si la aguja está sobre una rayita, la lectura no ofrece ningún problema, pero hemos puesto a la aguja entre dos rayitas. Ob-

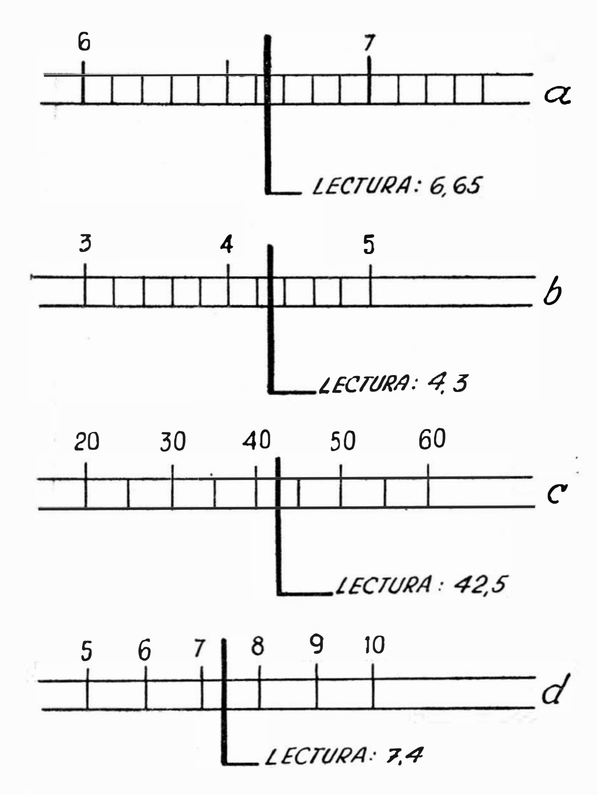


FIG. 10. — Ejemplos de lecturas en los distintos tipos de escalas que muestra la figura 9.

servemos que después del número 6 tenemos diez divisiones hasta el 7, y como la aguja pasa de 6 décimos pero no llega a 7 décimos, la lectura será una cifra comprendida entre 6,6 y 6,7; por estar en la mitad entre las dos rayitas tenemos medio décimo y leemos 6,65. Si tenemos un poco de práctica podremos apreciar en escalas de este tipo los centésimos, pues en la lectura que vemos en *a* de la figura 10 el lector puede apreciar el caso de que la aguja no estuviera exactamente en la mitad entre dos rayitas.

Veamos ahora el caso mostrado en *b* de la figura 10. La escala tiene divisiones para las unidades y subdivisiones bidecimales, o sea que cada rayita corresponde a dos décimos. La aguja está entre la primera y la segunda rayita después del 4. Determinemos la cifra que corresponde a la lectura: si estuviera sobre la primera rayita serían dos décimos; si fuera sobre la segunda se trataría de cuatro décimos; lógicamente, la mitad entre la primera y la segunda rayita corresponde a tres décimos. Luego, la lectura correcta es 4,3 , tal como lo hemos escrito en la figura.

Pasando ahora al caso *c* de la figura 10, vemos que la escala tiene divisiones correspondientes a las unidades, sólo que en lugar de unidades simples el ejemplo nos muestra decenas; eso no tiene importancia para lo que estamos explicando, pero se quiere evitar que se crea que siempre hay unidades simples en las escalas. La aguja está parada entre el 40 y el 50 y marca la mitad entre la raya larga del 40 y la raya corta que corresponde al 45, ya que esa raya corta indica la mitad entre 40 y 50. Luego, si la aguja marca la mitad de la división que hay entre 40 y 45, la lectura correcta debe ser 42,5. Es evidente que con un poco de práctica el lector podrá apreciar en este tipo de escala los décimos, con bastante precisión.

Y ahora tenemos el cuarto caso, el *d* de la figura 10, en cuya escala no hay subdivisiones. Debemos apreciar "a ojo" los décimos, o sea las décimas partes de los números escritos que corresponden a las divisiones. Si se observa con cuidado se verá que la aguja marca un poco menos de la mitad entre el 7 y el 8, o sea un poco menos de 7,5 y entonces la lectura correcta será 7,4. Se comprende que la apreciación visual de los décimos es tarea que requiere práctica y puede ser ensayada en la forma que recomendamos cuando nos referimos a la escala *d* de la figura 9, que corresponde al mismo caso *d* de la figura 10.

Escalas múltiples

Los instrumentos que encontramos en el laboratorio no tienen siempre escales simples como las que hemos mostrado hasta ahora. Muchas veces tienen escalas con varias hileras de cifras, tal como lo muestra la figura 11. En el caso puesto como ejemplo tenemos tres hile-

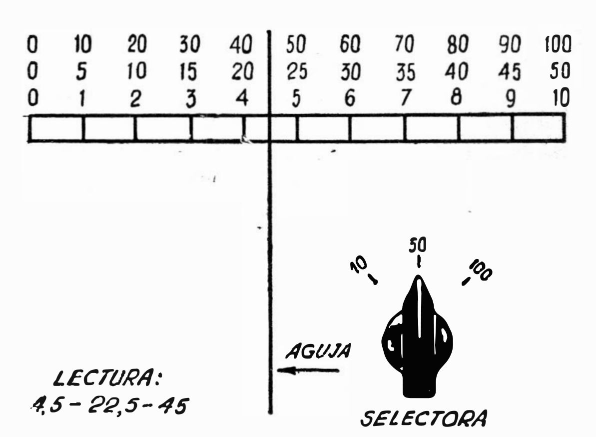


FIG. 11. — Muchas veces una escala tiene varias hileras de cifras, por cambio de rango o alcance de medición del instrumento; se debe hacer lectura en la hilera que indica la llave selectora.

ras de cifras, una que va desde cero hasta 10, otra de cero a 50 y la tercera de cero a 100. Seguramente el aparato tiene una llave selectora en la que se marcan las tres cifras máximas de las tres escalas citadas, cosa que da a ver la misma figura 11. Quiere decir que si el aparato es un voltímetro, por ejemplo, podemos medir con el mismo tensiones hasta 10 Volt con una escala y posición de la selectora, hasta 50 Volt con otra escala y posición y hasta 100 Volt en la tercera escala y posición. Cualquiera puede pensar que si hay una escala que permite medir hasta 100, no necesitamos las otras dos escalas, ya que si la tensión a medir fuera de 7 Volt, por ejemplo, ella puede medirse con la escala de 100 Volt; pero no es así. En primer lugar, si medimos esa tensión en la escala de 100 no podremos apreciar bien los decimales; en segundo lugar, y esto es lo más importante, demostraremos más adelante que las lecturas deben hacerse siempre en la parte más avanzada de una escala para aumentar la precisión de la lectura. Esta aseveración sorprenderá al lector no avezado, pero después de la demostración prometida, se cuidará bien de respetarla.

Volvamos a la figura 11 y tratemos de ver las lecturas que debemos hacer si encontramos la aguja detenida en el lugar que vemos allí. La selectora nos indica que debemos usar la escala de 50 Volt, y es la central. Como marca la mitad entre 20 y 25, leemos 22,5, que es la cifra correcta. A título ilustrativo, si la selectora hubiera estado en la cifra 10, la lectura correcta hubiera sido la que corresponde a la mitad entre 4 y 5, o sea 4,5; y si la selectora hubiera estado en la posición 100, la lectura correcta hubiera sido 45. Recomendamos al lector que se acostumbre al hecho de que cuando se deben hacer lecturas en escalas múltiples, siempre debe verificar en cuál de ellas está leyendo, pues es fácil equivocarse. Lo mejor es mirar siempre la posición de la selectora antes de hacer la lectura.

Errores de lectura

Los instrumentos de medición, comparación o generación tienen una exactitud limitada, y la fábrica la declara en todos los casos. ¿Qué significa exactitud de un instrumento? Veamos. Todos estamos acostumbrados a usar capacitores en los equipos de radio y TV y sabemos que cada uno tiene un valor marcado, pero que también tiene una cifra de tolerancia. O sea que un capacitor de 50 picofarad, por ejemplo, si tiene 10 % de tolerancia, puede tener 45 pF o 55 pF sin que podamos quejarnos; claro, el 10 % de 50 es 5 y entonces si tiene hasta 5 pF de menos o de más en la cifra de la capacidad, estamos dentro de la tolerancia que la fábrica nos asegura. En los circuitos, debemos usar elementos con la tolerancia que no ocasione mal funcionamiento y no usamos tolerancias más estrictas cuando no es necesario, porque a medida que exigimos tolerancias menores, los elementos son más caros.

Con los instrumentos pasa lo mismo. Cada instrumento tiene una tolerancia en las cifras que indican, sólo que se acostumbra a hablar de la *precisión* del aparato. Un instrumento con una precisión del 2 % es mejor que otro con precisión del 5 %. Por ejemplo, si con un aparato del tipo de 2 % leemos una tensión de 240 Volt, no podemos saber si el valor exacto está entre un 2 % más ó 2 % menos de esa cifra; haciendo operaciones, multiplicamos 240 por 2 y dividimos por 100 y encontramos:

$$\frac{240 \times 2}{100} = 4{,}8$$

lo que quiere decir que la verdadera tensión que hay en el lugar que medimos puede ser 240 — 4,8 = 235,2 o también 240 + 4,8 = 244,8; es decir que el valor exacto que hay puede ser una cifra comprendida entre 235,2 Volt y 244,4 Volt. Esto que acabamos de decir producirá cierto fastidio a los lectores, pero lamentablemente es cierto. Por eso, para trabajar con un cierto grado de seriedad, debemos usar aparatos con precisión buena, o sea cifras bajas de tolerancia.

Pero hay algo importante que aclarar. La precisión del instrumento no tiene nada que ver con la precisión o exactitud de la lectura. Si el aparato es bueno, digamos de 1 % de precisión, y al hacer lecturas cometemos errores del 3 %, las dos cifras se suman y tendremos lecturas con 4 % de error posible, y eso ya es una cantidad un poco grande. En consecuencia, tenemos que aprender a hacer lecturas con el mínimo de error, para que las cifras leídas sirvan para algo y no sean meramente ilustrativas.

Resulta entonces muy importante conocer los errores que pueden cometerse al hacer lecturas, para saber cómo reducirlos al mínimo. Y para conocerlos debemos primero explicarlos, demostrar cómo aparecen y luego, en cada caso, determinar la forma de eliminarlos o reducirlos. No queremos que el lector se impresione por todo esto; en cuanto aprenda el tema le resultará muy simple seguir las indicaciones.

Error por falso cero

En las escalas de aguja móvil, la misma debe permanecer en reposo marcando el cero de la escala. Por razones mecánicas diversas, como dilataciones de las piezas internas u otras, muchas veces se observa lo que muestra la figura 12: la aguja en reposo no marca cero, sino una cantidad hacia adelante o hacia atrás del cero. A veces esto ocurre cuando un instrumento está colocado normalmente en posición vertical y se lo pasa a la posición horizontal o viceversa. Antes de efectuar mediciones, hay que poner la aguja en cero, lo que se hace mediante un tornillo de ajuste de cero que tienen los aparatos cerca del eje de la aguja.

En las escalas de marcación, caso típico de la figura 4, no hay aguja móvil, pero por haberse aflojado el tornillo que sujeta la escala al eje, puede haber también falso cero. En realidad, no siempre es un cero lo que tenemos al comienzo

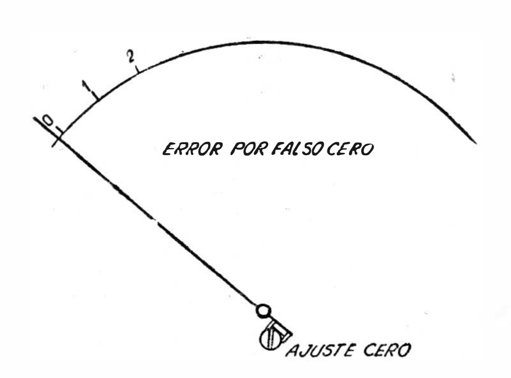


Fig. 12. — El falso cero ocurre cuando la aguja en reposo no marca exactamente el comienzo de la escala.

de la escala, pero hay una cifra en ese comienzo y girando la perilla hacia su extremo o tope final, debe quedar el índice marcando exactamente el comienzo de la escala; si no ocurre así, se afloja el tornillo prisionero y se gira un poco la perilla hasta lograrlo, y luego se asegura nuevamente ese prisionero.

Error de paralaje

La aguja no puede tocar la escala porque no podría moverse; luego, está a cierta distancia de la escala. Si imaginamos una vista de perfil, la figura 13 nos demuestra que entre la aguja y la escala hay una distancia, aunque aquí la hayamos exagerado. El observador mira la aguja y su rayo visual sigue hasta encontrar la escala; donde ese rayo óptico cae, hace lectura. Pero si el rayo visual no es perfectamente perpendicular a la escala, la lectura se hace en un lugar distin-

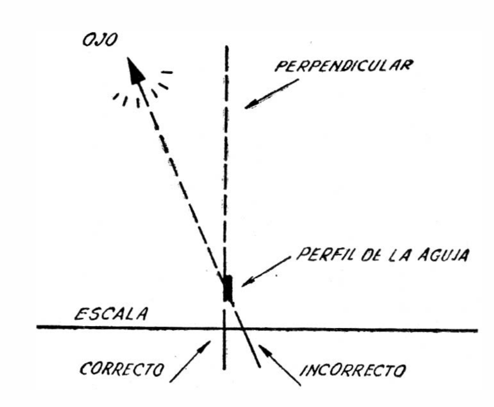


Fig. 13. — El paralaje es un error provocado por la mala ubicación del observador con respecto al plano de la escala.

to al correcto, como se ve claramente en la figura. Obsérvese que entre las posiciones correcta e incorrecta del rayo visual, las que resultan de prolongar la recta que parte del ojo, pasa por la aguja y llega hasta la escala, hay una distancia; esta distancia significa dos lecturas distintas, una correcta y otra incorrecta. Hay que colocar siempre el ojo sobre una perpendicular imaginaria que parte de la escala, o sea de su plano.

Algunos aparatos de mucha precisión tienen debajo de la escala un espejo en el cual se ve la imagen de la aguja. La posición correcta del ojo del observador es aquella en la que se confunden la aguja y su imagen, o sea que se ve una sola aguja. Pero no todos los instrumentos tienen ese espejo, de manera que hay que acostumbrarse a colocarse perpendicularmente a la escala, como se ha dicho.

Error de posición

Ahora hablaremos de un error de lectura que es desconocido para los principiantes y no siempre tenido en cuenta por los ya expertos. Demostraremos que las lecturas deben hacerse en lo posible hacia el final de la escala, por lo menos en su segunda mitad y no en la parte inicial. En la figura 14 la lectura hecha en la posición *A* es dudosa y en la posición *B* es correcta. Veamos el motivo de esta aseveración, de la cual ya tuvimos noticia unos párrafos más atrás, cuando explicamos la escala múltiple de la figura 11.

Supongamos que la escala es del tipo *d* de las figuras 9 y 10, o sea la que hemos dibujado en la figura 14. Sabemos que en este tipo de escala

los decimales los tenemos que apreciar "a ojo" y admitamos que al hacerlo podemos cometer un error de un décimo; es lógico que este décimo lo tendremos en cualquier lugar de la escala que leamos, tanto en el comienzo como hacia el final. El error de lectura se calcula dividiendo la

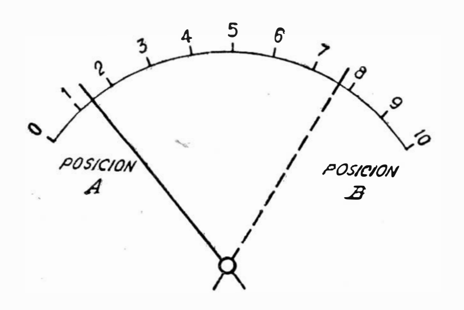


Fig. 14. — Un mismo error tiene distinta importancia según el lugar o zona de la escala en que se cometa.

diferencia producida entre la lectura y el valor correcto, por la cifra correcta, y multiplicando por 100 para tener el resultado en %. Calculemos el error de lectura en la zona del 1, posición A de la figura 14.

La diferencia entre la lectura realizada y la cifra exacta puede ser, según dijimos, de un décimo, o sea 0,1; la cifra real vale más o menos 1; luego, el error de lectura resulta:

$$\frac{0{,}1 \times 100}{1} = 10\,\%$$

Ahora hagamos el mismo cálculo para la zona del 8, por ejemplo, posición B de la figura 14. El error es siempre un décimo, o sea 0,1; la cifra real o exacta será más o menos 8. Luego, el error de lectura vale:

$$\frac{0{,}1 \times 100}{8} = 1{,}25\,\%$$

Seguramente, el lector no necesita que digamos más. La diferencia entre las cifras encontradas nos demuestra en forma definitiva que las lecturas que se hagan al comienzo de la escala, digamos en la primera mitad, tienen una posibilidad de error muy grande, mientras que las lecturas hechas en la segunda mitad de la escala, procediendo con el mismo cuidado, es decir cometiendo el mismo involuntario error de apreciación de decimales, son mucho más exactas. Esto es válido para cualquier tipo de escala, o sea para cualquiera de los tipos que vimos en las figuras 9 y 10.

Estas aseveraciones adquieren mayor importancia en el caso de las escalas cuadráticas y ampliadas, especialmente en las últimas, pues están proyectadas para hacer lecturas en la segunda mitad y en la zona ampliada, respectivamente.

Queda así explicado el motivo por el cual existen instrumentos con escalas múltiples, y el porqué en el caso de la figura 11 no debemos leer una cifra de 7 Volt, por ejemplo, en la escala de 50 o de 100 Volt, sino en la de 10 Volt. A menos que nuestro aparato, en un caso dado, no nos permita hacer lectura en la segunda mitad de la escala, pero en tal caso debemos extremar el cuidado en la apreciación de decimales y debemos saber que la lectura realizada puede tener error.

Día 2

Antes de leer los temas de la jornada anterior teníamos la idea de que la escala de un instrumento era algo así como la esfera de un reloj, que no presenta ninguna dificultad para leerla, inclusive porque muchas veces las fracciones de minutos no nos interesan. Lo que hemos aprendido nos obliga a meditar sobre la importancia de muchas cosas que parecen pueriles, como por ejemplo la posición de la cabeza del observador al hacer una lectura. Pero el caso es que si queremos aprender a conocer y usar el instrumental, tenemos que hacerlo a fondo para que los resultados de nuestras observaciones sean los correctos.

Nuestra segunda jornada está dedicada al conocimiento de los principios de funcionamiento de los aparatos de medición; la razón por la cual se mueve una aguja; los diversos tipos existentes, algunos de los cuales son los que se emplean preferentemente en radio y TV. Es importante que conozcamos esos principios porque si abrimos un aparato y observamos el interior, tenemos que saber la misión de cada una de sus partes; para los más habilidosos, éste será el comienzo de una eventual tarea de reparación. Anunciado el tema, sólo nos resta entrar en materia.

APARATOS DE INDICACION Y MEDICION

Hablamos ya de las diferentes clases de instrumentos que componen el equipo de un laboratorio de radio y TV, y para su estudio en particular haremos dos grandes grupos; en el primero están los aparatos de indicación y de medición, mientras que en el segundo colocamos a los aparatos generadores. Los aparatos de comparación están comprendidos en el primer grupo, pues usan indicadores que acusan el estado de equilibrio o de igualdad para el cual se produce la comparación entre un elemento conocido y uno desconocido, según veremos en detalle más adelante.

El tema presente es el primer grupo, y haremos la explicación de los principios fundamentales, para dejar todos los detalles prácticos para capítulos venideros. Al encarar un aparato determinado, ya en su faz práctica, mencionaremos el principio de acción que se explica en el presente capítulo.

INDICADORES SIMPLES

Si nos atenemos a una definición de carácter general, un indicador es un dispositivo que nos advierte de algo que está ocurriendo; un reloj despertador nos indica que ha llegado la hora en que deseábamos el aviso; una alarma de incendio nos advierte, con una campana, que en el lugar donde se halla hay una temperatura anormal; y así hay infinidad de ejemplos. En nuestro caso nos interesan los indicadores que se pueden usar en radio y TV, y no son muchos. Es de hacer notar que siempre los indicadores simples pueden ser reemplazados por un instrumento de laboratorio, de modo que la existencia de los primeros se justifica por razones de economía, pero sus posibilidades son siempre limitadas y queda claro que son indicadores, no medidores.

La lámpara de prueba

El más simple de los indicadores es la lámpara de prueba, que ilustramos en la figura 15. Se trata de una lámpara incandescente de cuyo portalámpara salen dos cables cuyos extremos están sin aislar, para poder tocar con ellos en partes de un circuito eléctrico. Es muy usada por los electricistas y tiene pocas posibilidades en electrónica.

Fundamentalmente, la lámpara de prueba nos indica si hay tensión entre dos puntos que tocamos con los cables; claro, que la tensión nominal de la lámpara no puede ser menor que la

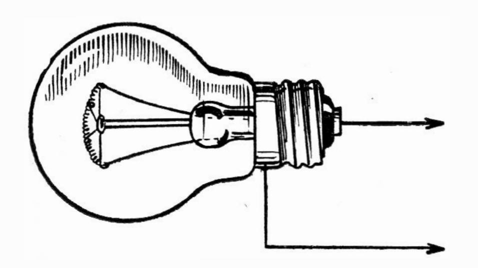


Fig. 15. — La lámpara de prueba es el más simple aparato indicador.

máxima tensión que puede haber en el circuito. Esta es la razón por la que se usa mucho en instalaciones eléctricas, donde la tensión es fija y conocida, 220 Volt, y no se puede usar cómodamente en radio y TV por existir en los circuitos tensiones muy diversas.

En la emergencia, la lámpara de prueba sirve para comprobar la existencia de circuitos cerrados o cortados, tal como lo muestra la figura 16. Si se conecta la lámpara a un toma que tenga la tensión nominal de la misma, por ejemplo 220 Volt para lámparas de iluminación, ó 6,3 Volt si usamos lamparitas de dial, pero intercalamos en serie el elemento que queremos probar, podemos comprobar que el circuito está cerrado si la lámpara enciende y que está cortado si eso no ocurre. Hay una salvedad que hacer y es que si el elemento a probar tiene muy alta resistencia, el encendido de la lámpara puede no ser visible y podemos interpretar que el circuito está cortado.

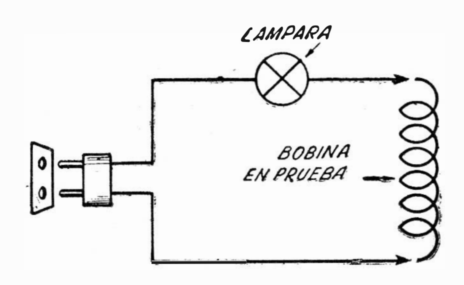


Fig. 16. — Forma de usar la lámpara de prueba para verificar circuitos cortados o abiertos.

De todas maneras, la lámpara de prueba se ha mencionado como el aparato de indicación más primitivo y simple. Nos dice que hay tensión pero no cuál es su valor o nos dice que un elemento tiene su circuito cerrado pero eso no basta para saber si está en perfectas condiciones.

La lámpara a neón

El principio es similar a la lámpara incandescente que vimos, pero tiene algunas ventajas que la hacen preferible. La figura 17 nos muestra en forma sintética una lámpara de este tipo, en la cual se enfrentan dos electrodos y puede decirse que no hay pasaje de corriente cuando funciona, sino efecto luminiscente. Se usa igual que la lámpara de prueba, pero al no circular corriente acusa circuitos cerrados aunque sean de alta resistencia; no hay riesgos de que la corriente circulante de la otra lámpara vista pueda dañar al elemento en prueba y sirve para indicar fugas de pequeña magnitud que se producen a través de la aislación de los elementos a probar.

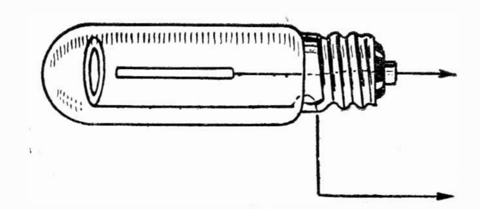


Fig. 17. — La lámpara a neón es también útil para pruebas y presenta ventajas con respecto al tipo común.

El inconveniente es el mismo que ya mencionamos: no nos dice el valor de la tensión que acusa como existente ni nos valora la pérdida que señala. Debe ser considerada un elemento de emergencia y en casi todos los libros de service se explica su uso. Preferimos no abundar en el tema porque ninguno de los elementos de indicación debería englobarse en un libro sobre instrumental.

El indicador de rayos catódicos

Este es un dispositivo indicador que por lo menos da una idea de la magnitud indicada, aunque no debe considerarse un aparato de medición. Constructivamente es una válvula electrónica del tipo triodo, que tiene agregado una especie de embudo o pantalla con una chapita puesta en uno de sus bordes, tal como lo muestra la figura 18. La emisión de electrones que se produce en el cátodo forma un haz que llega hasta esa pantalla, cosa que permite la denominación de válvula de rayos catódicos.

El interior de esa pantalla está cubierto de

una substancia fosforescente, de tal modo que los rayos catódicos incidentes producen una luminosidad, generalmente de color verde; para los que

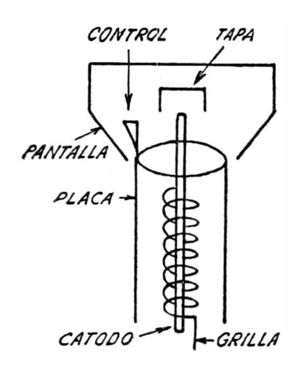


Fig. 18. — La válvula de rayos catódicos mostrada en corte es un excelente indicador.

conocen el funcionamiento del tubo de imagen de los televisores, esto es tema archiconocido. Pero el electrodo de control impide, por tener tensión negativa, la llegada de algunos rayos a la pantalla, formándose un sector de sombra; lo notable es que el ángulo de abertura de ese sector depende de la tensión negativa de control. Es decir que el electrodo de control produce una sombra de forma trapecial sobre la pantalla y la abertura o ancho de ese trapecio nos da idea de la tensión que tenemos aplicada al electrodo de control. No es necesario que la misma sea negativa, pues basta que sea menor que la de la pantalla, la cual está a potencial positivo.

La figura 19 nos muestra el sector de sombra, cuya abertura va desle 0°, cuando el electrodo de control está al mismo potencial que la pantalla, hasta unos 100° cuando ese electrodo está mucho más negativo que aquélla. Es de notar

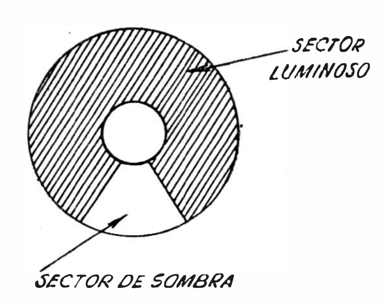


Fig. 19. — El ángulo de sombra del indicador de rayos catódicos.

que el tipo ilustrado en la figura 19 se ha dado en llamar *americano,* pues hay otros modelos cuyo sector de sombra adquiere formas diferentes; hay un modelo *europeo* en el cual la parte luminosa es un rectángulo formado por dos mitades, separadas por una zona de sombra que se acorta o se alarga según la tensión del electrodo de control.

El circuito de conexiones de este elemento se ve en la figura 20. Como todo triodo, lleva una tensión positiva en la placa, generalmente comprendida entre 100 y 250 Volt; el cátodo suele ir a masa y la grilla se conecta a la tensión que debe ser acusada. Su uso como indicador de sintonía en receptores de radio es muy conocida; en ese caso el sector de sombra indica la magnitud de la tensión del C.A.S., luego falta saber cómo reacciona esta válvula ante variaciones de la tensión negativa de grilla.

Si observamos el esquema de la figura 20 comprobaremos que la pantalla cónica está a mayor tensión positiva que la placa mientras circule corriente por el resistor superior de 1 Megohm; si la corriente anódica se anula, por estar la grilla polarizada al corte, se hacen iguales las ten-

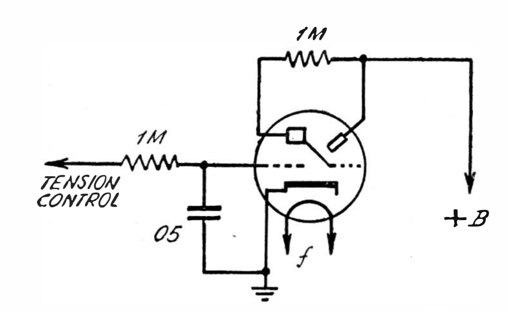


Fig. 20. — Forma de conectar la válvula indicadora de rayos catódicos.

siones de la placa y la pantalla trapecial. Cuando la tensión de grilla es menor que la de corte, hay corriente anódica, la tensión del electrodo de control que es igual a la de la placa, es entonces menor que la de la pantalla y por consiguiente se produce el sector de sombra; el ángulo de ese sector depende de la tensión de grilla y va aumentando para tensiones de grilla más chicas y reduciéndose para tensiones de grilla más grandes. Si ese grandor llega al corte, se anula la corriente de placa, se igualan las tensiones de la placa y la pantalla, y el ángulo de sombra se anula.

En la práctica, al usarlo como indicador de sintonía, ocurre que el ángulo de sombra es máximo sin señal sintonizada y se va reduciendo para señales débiles, llegando a cerrarse para señales fuertes; todo esto lo saben los lectores que han utilizado indicadores de sintonía en sus circuitos.

Lo que nos interesa en este libro es la posibilidad de emplear este indicador en aparatos de laboratorio. El hecho de que indique tensiones, especialmente el caso de que esa tensión se anule, nos dice que podremos emplearlo como indicador de tensión nula en aparatos de comparación, como los puentes, los voltímetros electrónicos, etc. Téngase en cuenta que este elemento no reemplaza a un buen voltímetro; se trata de un sustituto económico, pero que no ofrece las cualidades de un instrumento en cuanto a precisión.

APARATOS DE MEDICION

Los aparatos indicadores mencionados no son el objeto de este libro y han sido enumerados a título ilustrativo. Ahora nos ocuparemos de los principios de los aparatos de medición.

Acciones entre corrientes e imanes

Debemos entrar ya en la descripción de los instrumentos de medición que constituyen el renglón más importante de los temas a tratar en este libro. Para ello hay que estudiar primero los principios en que los mismos basan su funcionamiento y el principio fundamental usado en los instrumentos de laboratorio es el que pasamos a explicar.

La figura 21 nos muestra en forma sintética un imán y un cable o alambre que está colocado

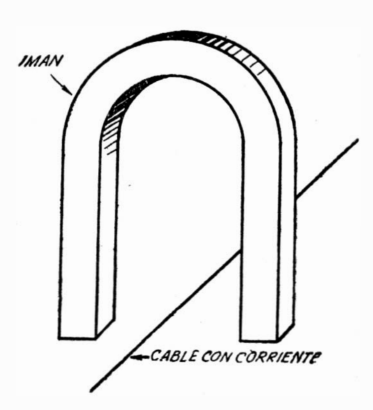


Fig. 21. — Principio de las acciones dinámicas entre corrientes eléctricas e imanes.

en el interior de aquél. Si por ese alambre pasa corriente eléctrica se produce un fenómeno muy conocido, en el cual basan su funcionamiento los motores eléctricos; se establece una acción de repulsión entre la corriente y el campo magnético del imán, que hace desplazar al alambre de su posición. Esa acción se conoce con el nombre de fuerza poderomotriz o simplemente se habla de acciones dinámicas entre corrientes y campos magnéticos. Claro, las leyes del electromagnetismo nos dicen que esa fuerza de desplazamiento

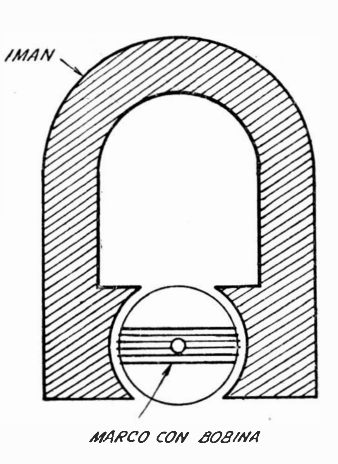


Fig. 22. — Perfeccionamiento constructivo del principio expuesto en la figura 21.

es proporcional a la intensidad del campo del imán y a la intensidad de la corriente eléctrica que circula por el alambre.

De inmediato surge la idea para convertir ese fenómeno en un aparato de medición, puesto que si el imán es fijo, su campo tiene intensidad constante, de modo que la fuerza desplazante dependerá exclusivamente de la intensidad de la corriente eléctrica. Si construimos un dispositivo que nos permita graduar el desplazamiento del alambre, esa graduación nos acusará el valor de la intensidad de la corriente eléctrica, o sea que obtendremos un amperímetro.

Lo primero que tenemos que lograr es que el movimiento del alambre sea guiado y eso lo conseguiremos colocándolo en un marquito de aluminio que tenga un eje, tal como lo muestra la figura 22. Dentro del marquito vemos un cilindro de hierro que usamos para concentrar bien el campo magnético del imán. Ahora, las fuerzas electromagnéticas harán girar al marquito si hacemos pasar corriente por el alambre que le hemos arrollado. Pero el giro continuará sin detención, porque hemos construido un pequeño motorcito eléctrico; falta un elemento elástico de frenado.

La figura 23 nos muestra ese elemento; se trata de colocar en el eje que sirve para sostener y permitir el giro del marquito, una espiral elástica, cuyo extremo interno se fija al eje, y su extremo externo se fija a la base que tiene su-

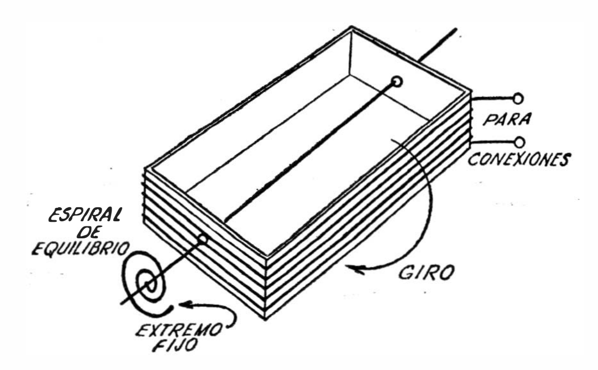


FIG. 23. — El marco de aluminio que contiene la bobina móvil.

jeto el imán. Ahora el giro se inicia, pero a costa de vencer la resistencia al arrollado de la espiral; cuando la acción de arrollado iguala en fuerza a la acción de resistencia el marquito se detiene. Si la corriente eléctrica que pasa por la bobina es débil, la detención se produce para un pequeño giro y si es fuerte, para un giro mayor. ¿No es evidente que el ángulo que gire el conjunto móvil será proporcional a la intensidad de la corriente eléctrica que hacemos pasar por la bobina móvil? Sí, es evidente. ¿No tenemos entonces, en forma sintética, descripto un amperímetro? Sí, lo tenemos. Bueno, este dispositivo es el que se usa en los instrumentos más conocidos utilizados en radio y TV: los multímetros, vulgo *tester*. Para ver cómo es un instrumento de este tipo, la figura 24 nos lo muestra en conjunto, con su imán y piezas polares de expansión, en el interior de las cuales se ve el cilindro de hierro y la bobina móvil en su marquito giratorio. El eje vertical tiene dos espirales, pues se ha preferido en la práctica hacerlo así. La aguja, fija al eje, marca en la escala el valor de la intensidad de la corriente eléctrica que pasa por la bobina.

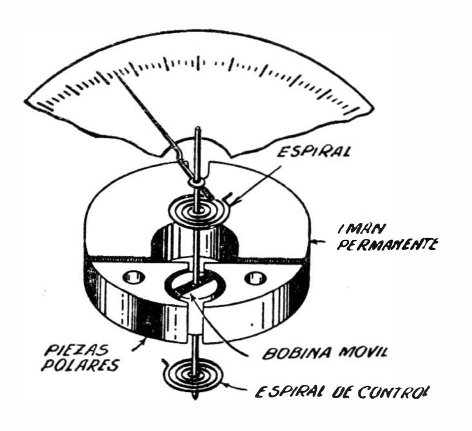


FIG. 24. — Corte esquemático de un instrumento de bobina móvil e imán permanente.

Una particularidad de este instrumento de imán permanente y bobina móvil, que así ha dado en llamarse, es que es polarizado, o sea que si hacemos pasar la corriente en un sentido por la bobina, la aguja marca hacia adelante en la escala, como debe ser; pero si invertimos el sentido de la corriente tiende a marcar hacia atrás. Por eso, estos instrumentos tienen marcada la polaridad en sus bornes y también por eso, los multímetros tienen una punta de prueba roja (positiva) y otra negra (negativa).

Otra particularidad es que si la aguja no marca cero, por pequeños desplazamientos mecánicos (Fig. 12), se corrige fácilmente el detalle accionando sobre un tornillito excéntrico que desplaza ligeramente el extremo externo de la espiral. Estos aparatos gozan de gran prestigio por su precisión, seguridad de accionamiento y otros factores que los han hecho por el momento insuperables.

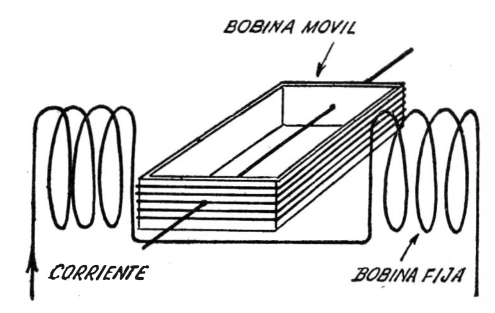


FIG. 25. — Principio de los instrumentos electrodinámicos para medición.

Acciones entre corrientes

El problema de que el instrumento antes descripto sea polarizado, lo que impide su uso en corriente alternada si no se acude a un rectificador, hizo pensar en aprovechar su principio para diseñar aparatos no polarizados. La solución encontrada fue la de reemplazar el imán permanente por un electroimán, o sea por una bobina por la que también hacemos pasar la corriente eléctrica, pero que colocamos fija. La figura 25 nos muestra este tipo de aparato en forma sintética. La bobina móvil, con todos sus aditamentos, es igual a la del aparato anterior, pero la bobina fija reemplaza al imán que teníamos antes. La corriente a medir pasa por las dos bobinas.

De inmediato se nos ocurre pensar que si cam-

biamos el sentido de circulación por las dos bobinas a la vez, es como si invirtiéramos el sentido en la bobina móvil del aparato anterior y diéramos vuelta al imán, y entonces el sentido de giro no se altera; claro, la bobina fija está únicamente para producir un campo magnético y al cambiar el sentido de la corriente se invierten los polos del imán artificial o electroimán. Este hecho hace que este tipo de aparatos pueda usarse para corriente alternada, pero el principio dinámico que produce el movimiento no sigue una ley proporcional sino cuadrática, de modo que la escala es del tipo de la central de la figura 8, y este hecho ha impedido que se generalice para usos de laboratorio por la menor precisión de las lecturas.

Estos aparatos se llaman electrodinámicos y se construyen para usos en electrotecnia industrial. Hay una razón por la cual se emplean en esa actividad, y es que si conectamos una de las bobinas en serie con el consumo y la otra en paralelo con la línea, la acción dinámica será proporcional al producto de ambos factores en juego, o sea intensidad y tensión. Ese producto es la potencia eléctrica y entonces, como en este caso hay proporcionalidad entre el ángulo de giro y ese producto, estos aparatos hacen excelentes wattímetros. Como en radio y TV no suelen usarse instrumentos de esta naturaleza, especialmente en los laboratorios modestos que tienen los armadores y reparadores, consideraremos a estos aparatos fuera de serie. Pero ha resultado provechosa su mención, por el hecho de que hemos conocido un principio dinámico que sirve para efectuar mediciones.

Acciones entre imanes

La idea de diseñar instrumentos no polarizados para hacer mediciones en corriente alternada hizo surgir otros principios de acción. Entre ellos merece destacarse el que se ejerce entre dos chapas sometidas a la influencia magnética de igual polaridad, por lo cual se rechazan. En realidad el principio se basa en el hecho de que una chapa de hierro dulce colocada dentro de una bobina, sufre un proceso de imanación cuya densidad depende de la intensidad de la corriente que recorre la bobina. Si en vez de una chapa colocamos dos, pero una de ellas fija y la otra capaz de girar, la acción de magnetización se produce en las dos chapas, y por tener igual polaridad magnética, entre ellas se ejerce una fuerza de repulsión que desplaza la chapa móvil con respecto a la fija; ese movimiento se puede aprovechar para hacer girar una aguja y tener indicación en una escala.

Si cambia el sentido de circulación de corriente en la bobina, cambia la polaridad magnética inducida es las chapas, pero en ambas a la vez, y se mantiene la acción de repulsión; luego, estos aparatos funcionan tanto con corriente continua

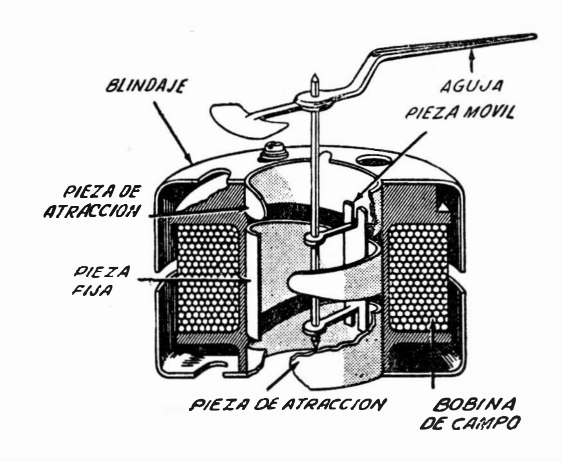


Fig. 26. — Corte esquemático de un instrumento de hierro móvil.

como con corriente alterna. Se los denomina aparatos de hierro móvil y podemos ver la parte interior de uno de ellos en la figura 26. La forma de las chapas es un poco rara, pero la fábrica se ha visto obligada a ello para dar proporcionalidad al desplazamiento giratorio, a fin de que las escalas no tengan tanta diferencia entre las primeras divisiones y las últimas, puesto que, por tratarse de una acción resultante de un producto de dos masas magnéticas, cada una de las cuales depende de la intensidad de corriente, resulta una expresión de esa corriente elevada al cuadrado, o sea que la escala será cuadrática. Es de notar que omitimos intencionalmente los desarrollos matemáticos probatorios de lo que decimos, pues el objeto de este libro no es ése, sino enseñar a manejar el instrumental. Por otra parte, los instrumentos de hierro móvil se han generalizado en usos para electrotecnia industrial y se ven poco en laboratorios de radio y TV, de modo que omitiremos mayor abundamiento.

Dilatación de alambres

Siempre con la idea de construir aparatos no polarizados, se pensó en aprovechar la dilatación que ocurre en un alambre que conduce corriente eléctrica por efecto del calor que esa corrien-

te desarrolla. Al calentarse, el alambre se estira, y esa variación de longitud puede indicar la intensidad de la corriente que la provocó, pues entre ella y la cantidad de calor producido hay una ley de dependencia cuadrática.

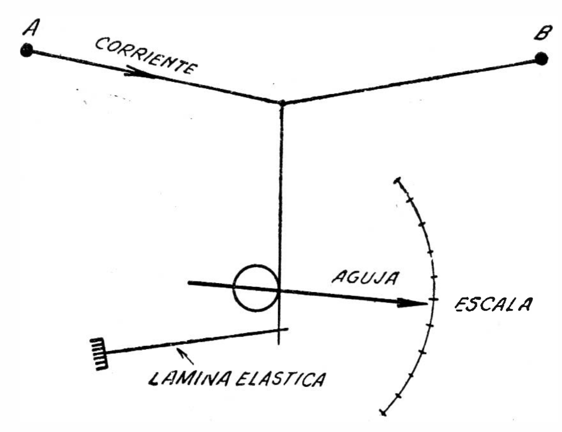


FIG. 27. — Principio de funcionamiento de los instrumentos de hilo caliente.

La figura 27 nos muestra cómo podemos colocar un alambre conductor, en cuya parte central ponemos un hilo que tira hacia abajo, pero que da una vuelta en una poleíta a la que hay fija una aguja; el extremo inferior del hilo vertical está tenso por acción de una lámina elástica. Si el alambre *AB* se dilata por el pasaje de la corriente, el centro del mismo baja por estar tirado hacia abajo por el hilo, pero al hacerlo la poleíta gira un poco. Una aguja fija a esa polea indicaría sobre una escala el giro ocurrido.

Como se ve el principio es simple y los aparatos construidos de esta manera se llaman térmicos o de hilo caliente. La escala es cuadrática, pero se usan cuando no pueden emplearse los otros tipos vistos; por ejemplo, para medir intensidades de corriente en alta frecuencia es común que se empleen estos aparatos.

Amperímetros

Hemos visto los principios de funcionamiento de los instrumentos más comunes que se emplean en el laboratorio, o de los instrumentos que forman parte de aparatos completos de medición. De entre todos, nos quedaremos con los de imán permanente y bobina móvil, por ser los de uso generalizado debido a sus ventajas. Por el momento diremos que se usan para corriente continua y más adelante veremos cómo se hace para medir valores en alterna.

Pero hemos visto un instrumento sin conectar al circuito y para eso no se construyen; hay que ver cómo hacemos para medir con ellos corrientes y tensiones, por ahora, ya que más adelante mediremos otras cosas. Tomemos primero el caso más simple o sea la medición de la intensidad de corriente. Preparado para ello, el instrumento toma el nombre de *amperímetro,* o, como es más común medir corrientes débiles, *miliamperímetro.*

Básicamente, un miliamperímetro es un mecanismo como el que vimos en la figura 24, colocado dentro de una caja de forma cilíndrica, con la escala en su frente y dos bornes en la parte posterior. La aguja marca cero y si no ocurre así con exactitud, giramos levemente el tornillo que se ve en la figura 28. Los modelos más modernos tienen el frente delantero de forma rectangular, conservando el cilindro en la parte posterior.

Para conectar un miliamperímetro, suponemos que queremos medir la intensidad de corriente que toma un circuito o parte del mismo. La figura 29 nos muestra la forma de conectarlo para medir la corriente que toma la resistencia *R* conectada a dos puntos del circuito entre los que hay una tensión *E*. Sabemos por la Ley de Ohm que la intensidad de corriente *I* será igual al

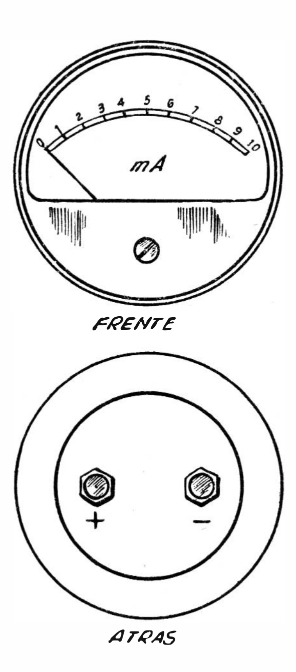


FIG. 28. — Frente y dorso de un instrumento para medir corrientes o amperímetro.

valor *E* dividido por el valor *R*, pero en la práctica se hace la medición porque no siempre se conocen ambos valores. Lo que hay que tener

es una idea del valor de la intensidad a medir, porque es lógico que si debemos medir una corriente de unos 8 miliamper, colocaremos un instrumento de 10 mA como alcance máximo, pero si la corriente a medir tiene 40 mA, ese instrumento no nos sirve. Si conectamos un instrumento y le hacemos pasar una corriente mayor que la máxima indicada en su escala podemos torcer la aguja si el exceso no es muy grande y podemos quemar la bobina si ese exceso es grande. Como ambos riesgos son gravosos, cuidaremos siempre de usar instrumentos cuyo *alcance,* y así se llama su máxima capacidad de medición, supere la cifra a medir. En la duda, conectaremos un instrumento de alcance mucho mayor y después lo reemplazaremos por otro de alcance menor si la lectura aparece muy al principio de la escala. Surge de este hecho la ventaja de los multímetros, aparatos que tienen varios alcances de medición y que serán estudiados más adelante.

Un detalle importante es que el miliamperímetro, así como el amperímetro, debido a que están intercalados en el circuito, no pueden ser conectados o desconectados mientras ese circuito está en funcionamiento. Otro detalle es que la

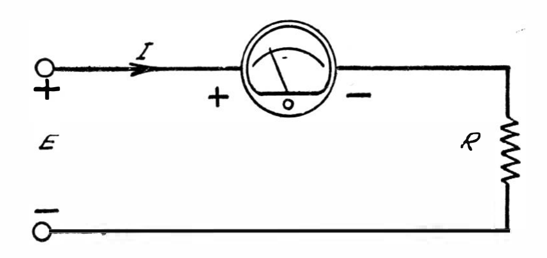


Fig. 29. — Forma de conectar un amperímetro para medir la intensidad de la corriente eléctrica.

corriente debe entrar por el borne marcado como + y salir por el marcado como —, tal como se indica en la figura 28. En los multímetros ese detalle queda cuidado por el color de los cables terminales, que son: uno, rojo (+) y otro, negro (—).

Voltímetros

Si en el frente de la figura 28 colocamos la letra V en lugar de mA, se trataría de un voltímetro, ya que no hay otra diferencia ni interna ni externa. En realidad hay una diferencia, y pasamos de inmediato a explicarla. Un miliamperímetro no puede conectarse directamente en los bornes de un circuito, ya que pasaría por su bobina una corriente muy grande; debe haber una resistencia en serie. La figura 30 nos muestra que colocando una resistencia *R* en serie, podemos conectar el conjunto a dos bornes o puntos entre los cuales hay una tensión *E* que queremos medir.

Lo primero que preguntamos es por qué no se hace la bobina de los voltímetros de alambre

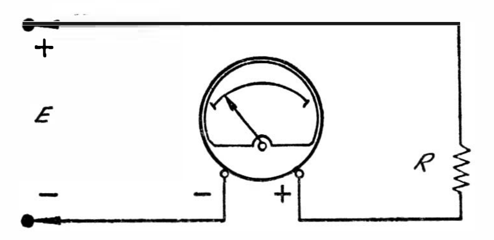


Fig. 30. — Forma de conectar un miliamperímetro para medir la tensión eléctrica mediante un resistor de valor elevado en serie.

muy fino y de muchas vueltas como para que no sea necesario conectarle esa resistencia; pero la respuesta es que esa bobina sería incómoda para colocarla en el marquito de aluminio, y que esa resistencia *R* no nos molesta y viene dentro de la caja del instrumento y no afuera como la hemos dibujado en la figura 30.

Lo segundo que preguntamos es cómo puede ser que un miliamperímetro, que no otra cosa es el instrumento de la figura 30, se transforme en un voltímetro por el solo hecho de conectarlo derivado sobre los bornes y no en serie con el consumo. Bueno, eso es fácil de contestar, puesto que sabemos que lo que marca el aparato es una cantidad proporcional a la corriente que pasa por su bobina, y si conectamos el aparato como se ve en la figura 30, como la resistencia *R* tiene un valor fijo, la corriente que pasa por la bobina será directamente proporcional a la tensión *E* que aplicamos al conjunto y que leeremos en la escala. Luego, la resistencia *R,* que tenemos siempre dentro de la caja de un voltímetro, nos sirve para conectar el aparato en la forma indicada en la figura 30, y así obtenemos que el mismo nos indique la tensión que hay entre los puntos a que lo conectamos.

Los voltímetros son polarizados, de modo que su borne positivo debe conectarse al polo positivo del circuito, tal como lo indica la figura 30; en caso contrario la aguja irá para atrás y puede torcerse.

Un detalle muy importante es que el voltímetro puede ser conectado sin interrumpir el circuito. Si sus cables terminan en dos puntas

de prueba, como es cómodo y común, se tocan con ellos los dos puntos del circuito que interesan por desearse conocer la tensión que hay entre ambos, y se hace la lectura. Pero hay que hacer la misma advertencia que hicimos para los amperímetros: hay que conocer de antemano el valor aproximado de tensión que habrá, pues si la que aplicamos al aparato excede su alcance máximo, podemos dañarlo. Si no tenemos idea de la cifra debemos comenzar por colocar un instrumento de alcance muy alto, y si la lectura queda muy al comienzo de la escala se colocará otro de alcance menor. Otra vez comprendemos la ventaja de los multímetros, en los cuales girando una perilla cambiamos el alcance a voluntad. También veremos oportunamente que bastaría con agregar una resistencia en serie a un voltímetro, aparte de la que ya tiene, para aumentar su alcance; pero este tema es para más adelante.

Día 3

El lector ya va palpando la amplitud del temario que nos hemos propuesto encarar; con la palabra instrumental se abarca una cantidad de aparatos que presta valiosos servicios al armador y al reparador de radio y TV. Pero también debemos aprender que no solamente son instrumentos los que tienen una aguja que indica una cifra en una escala, pues caben dentro de tal denominación los que generan una señal que inyectamos en nuestros equipos para calibrarlos, para revisarlos o para cualquier otra finalidad.

Hasta aquí hemos visto los principios generales del uso del instrumental y hemos descripto los de aguja móvil; ahora debemos encarar el estudio de aquellos que hemos llamado generadores. Y con el conocimiento de esos dos grupos, si bien abarcamos la mayor parte de los instrumentos de laboratorio, no hemos agotado el tema. Pero se ha preferido estudiar por separado los principios de los dos grandes grupos de instrumentos y dejar los restantes para verlos en los capítulos destinados a ellos, según se comprobará. Así, entonces, nos toca ocuparnos del segundo grupo importante.

APARATOS GENERADORES

El principio de la oscilación o resonancia es seguramente conocido por los lectores, ya que es tema de todos los libros de teoría sobre radio, TV, o electrónica general. Para refrescar la memoria, veamos la figura 31 que nos muestra un circuito oscilador, prescindiendo por ahora de toda otra consideración. Recordemos: si cargamos un capacitor y lo conectamos derivado sobre una bobina, aquél se descarga sobre ésta, pero esa descarga produce fenómenos de autoinducción en la bobina; la tensión generada carga nuevamente al capacitor, y así se va repitiendo el ciclo con cargas y descargas de ese capacitor y con generaciones de autoinducción en la bobina. *L* y *C* de la figura 31 forman el conjunto oscilante o resonante, y ese traspaso de energía de capacitor a bobina y viceversa es lo que constituye la *oscilación*.

Claro, si pensamos en forma absolutamente teórica, la oscilación se mantendría indefinidamente, pero no es así; la bobina tiene resistencia y parte de la energía se transforma en calor, y el capacitor tiene fugas a través de su dieléctrico y también allí parte de la energía aparece en forma de calor. Entonces, las oscilaciones se amortiguan y después de unos cuantos ciclos desaparecen. Para obtenerlas nuevamente hay que cargar el capacitor y reanudar el ciclo. O hay que colocar un dispositivo capaz de amplificar la señal de la oscilación para compensar las pérdidas producidas; esto último es lo que se hace y el dispositivo amplificador puede ser una válvula o un transistor. Insistimos en que el tema lo suponemos conocido; en caso contrario, el lector debe estudiarlo en profundidad en cualquier libro sobre teoría de radio, por ejemplo.

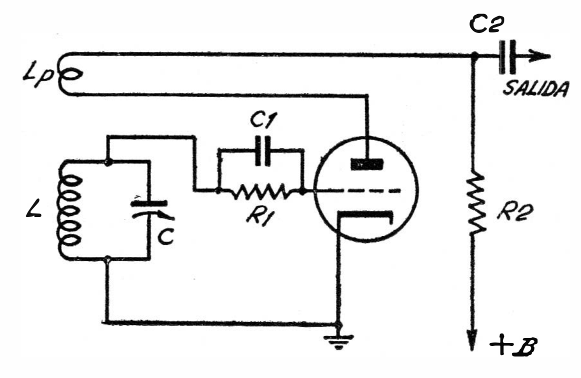


FIG. 31. — Circuito básico de un oscilador o generador de señales.

El circuito oscilador

Volvamos ahora a la figura 31, pero ya para examinar un circuito de un oscilador o generador de señales, pues ambos nombres se utilizan en la práctica indistintamente.

Lo primero que tenemos que considerar es que el conjunto oscilante *LC* produce una tensión eléctrica alternada, la cual se llama *señal,* y que tiene una cierta *frecuencia.* Esta frecuencia depende únicamente de los valores de la bobina *L* y del capacitor *C,* de modo que si queremos cambiarla, debemos alterar uno de esos valores; en la práctica, resulta mucho más simple variar la capacidad de un capacitor que la inductancia de una bobina, por lo cual los generadores de señales tienen un capacitor variable. Esa es la razón por la cual el capacitor *C* de la figura 31 aparece como variable. No es nuestra misión enseñar complejos cálculos matemáticos para determinar los valores de *L* y de *C* para cada frecuencia deseada, porque los aparatos de laboratorio traen esos elementos ya calculados, pero podemos decir que para valores pequeños de *LC* las frecuencias resultan grandes y para valores grandes de *LC* las frecuencias resultan chicas; o sea que hay una relación inversa. Es ésta la razón por la cual los generadores de señales de alta frecuencia o *radio frecuencia* tienen bobinas de pocas espiras y los de *audiofrecuencia* tienen bobinados con núcleo de hierro y con muchas espiras. Esto es lo mismo que pasa con las señales en receptores y amplificadores: la parte de R. F. de un receptor tiene bobinas chicas mientras que la parte de audio tiene transformadores con muchas espiras y núcleos de chapas de hierro.

Bueno, sigamos analizando el circuito de la figura 31. ¿Cómo hacemos para mantener las oscilaciones que se producen en el conjunto resonante *LC* y compensar las pérdidas que las amortiguan? Amplificando esas señales mediante una válvula o realimentando el circuito; esto quiere decir que tomaremos parte de la señal de salida y la reinyectaremos a la entrada. Entonces, la señal del oscilador *LC* la aplicamos a la grilla de la válvula y en el circuito de placa colocamos una segunda bobina *Lp,* que esté colocada muy cerca de la bobina *L*, de modo que por vía inductiva le pase energía; de este modo, no se amortiguará la oscilación y podremos extraer señal del circuito de placa a través del capacitor C_2 y enviarla adonde la necesitemos. La razón de colocar allí ese capacitor es para evitar que se aplique al circuito de utilización de la señal la tensión continua positiva que tenemos en la placa.

Hay otros elementos en el circuito; en la grilla tenemos un resistor R_1 y un capacitor C_1, cuya misión es la de polarizar adecuadamente la grilla de la válvula. En el circuito de placa hay una resistencia R_2 que constituye la carga anódica y al mismo tiempo actúa como choque para la señal, evitando que se vaya a la fuente de alimentación $+B$.

Ya hemos visto un generador de señales capaz de entregarnos una señal de una cierta frecuencia, la que puede ser variada entre dos límites, según sean los valores mínimos y máximos del capacitor *C* del circuito oscilante. Sobre este punto podemos decir algo interesante. En general, sin entrar en análisis matemáticos, podemos adelantar que la frecuencia de un oscilador es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la capacidad, luego la relación entre la frecuencia mínima y máxima que puede generar nuestro circuito de la figura 31 será igual a la raíz cuadrada de la relación entre la capacidad máxima y mínima del capacitor *C*. Y es aceptado en cifras medias que esta última relación vale 10, de modo que sacamos la raíz cuadrada de 10 y obtenemos una cifra algo mayor de 3. Esta es la relación de frecuencias de un conjunto oscilante; en los receptores de radio la relación de frecuencias en cada banda de sintonía es también 3, aproximadamente, por las mismas razones: por ejemplo, la banda de onda larga va de 500 a 1.500 Kc/s.

El sistema Hartley

No es necesario realimentar desde la placa a la grilla de la válvula que entretiene o mantiene las oscilaciones usando una bobina aparte, como se ha visto en la figura 31. Entre varios sistemas, uno de los más interesantes es el llamado oscilador Hartley, cuyo circuito básico vemos en la figura 32. Debido a que el circuito de cátodo pertenece a la vez al de grilla y al de placa, si conectamos el cátodo de la válvula a una de-

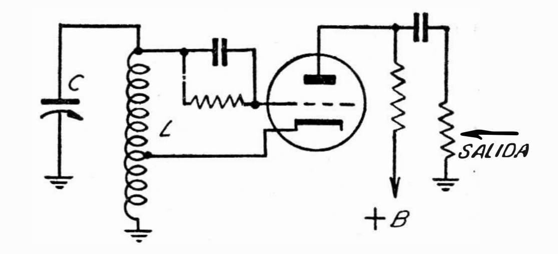


FIG. 32. — El oscilador Hartley tiene una sola bobina con derivación.

rivación de la bobina tendremos que la corriente de placa pasa por esa sección, la comprendida entre el cátodo y masa, y como la corriente de placa tiene incluida la señal, estamos produciendo la realimentación necesaria para mantener las oscilaciones; la simplicidad de este circuito lo ha hecho muy usado en generadores de señales.

Obsérvese que en la grilla tenemos el conjunto de polarización con resistor y capacitor, igual que en la figura 31, y que también tenemos la carga de placa y el capacitor puesto en serie con la salida de la señal. Se ha agregado allí, en la salida, un potenciómetro, para graduar la cantidad de señal de salida.

Hay un solo inconveniente en el oscilador Hartley con respecto a otros circuitos, y es que para cambiar de bobina hay por lo menos dos puntos de conmutación, y eso complica las llaves selectoras. Por ello, algunos fabricantes han preferido el circuito que sigue.

El sistema Colpitts

El principio de la derivación en el tanque oscilador de grilla, para que parte de la señal de placa se reinyecte a la grilla puede ser usado de otra manera, como lo muestra la figura 33, y que es el montaje de Colpitts. Se trata de colocar dos capacitores en serie, cuyo punto de unión va al cátodo de la válvula, mientras que la bobina es entera, sin derivaciones. Veamos el funcionamiento.

La corriente continua de placa pasa por el resistor de cátodo, ya que no puede ir por la rama de los capacitores C_1 y C_2. Pero esa resistencia presenta un camino dificultoso a la alterna, o sea a la señal, la cual entonces pasa por C_2 y produce la realimentación requerida. A los efectos del valor de capacidad que interviene en los cálculos de resonancia debe tomarse la resultante de C_1 y C_2, o sea que si ambos son iguales se toma la mitad de su valor.

Como lo que queremos es hacer un generador de señales de frecuencia variable, hay que hacer variable por lo menos uno de esos capacitores o los dos. Si hacemos uno variable, se altera durante la variación la proporción entre C_1 y C_2, variando el grado de realimentación del oscilador, lo que puede traer inestabilidad de funcionamiento; por eso, es preferible hacer variables ambos, tal como se los ha dibujado en la figura 33. Claro, conviene conectar a masa las chapas móviles, pero como no es posible en ambos, el tándem doble debe ir aislado de chasis; hay algunas disposiciones que han obviado este pequeño inconveniente.

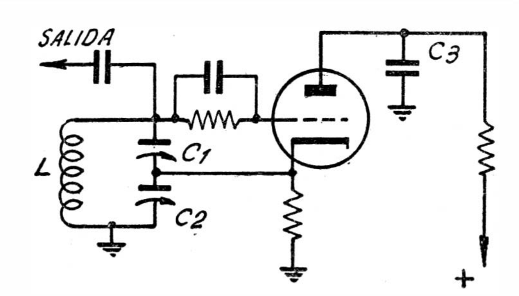


FIG. 33. — El oscilador Colpitts es similar al Hartley, pero la derivación se toma entre los dos capacitores.

Los demás elementos del circuito son conocidos: el conjunto de polarización de grilla, con el resistor y capacitor, es el mismo de los circuitos anteriores. El resistor de carga de placa y el capacitor en serie con la salida de señal, también nos son conocidos. El único elemento nuevo es el capacitor C_3, que sirve para unir la placa con masa para la señal, por razones de retorno o circuito cerrado, cosa que ha obligado a tomar la salida de señal del bobinado de grilla, pues la placa, para la señal, está a masa.

Osciladores de audio

Si en un circuito oscilador de radiofrecuencia, como el de la figura 31, cambiamos las bobinas de pocas espiras por un transformador de audio, con sus dos bobinados y el núcleo de chapas de hierro, la frecuencia de las señales producidas bajará hasta llegar a los miles de ciclos por segundo, o sea dentro de la gama de audiofrecuencias. Podemos así diseñar un generador de señales de audio, útil para ajustar amplificadores.

La figura 34 nos muestra en forma sintética un oscilador de este tipo, y vemos que hay al-

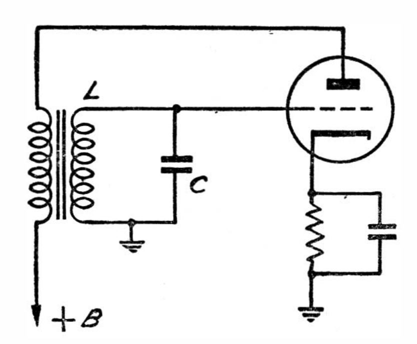


FIG. 34. — Circuito básico de un oscilador de audiofrecuencia.

gunas diferencias con respecto a los circuitos que hemos analizado anteriormente. El circuito oscilante está formado siempre por una bobina y un capacitor, y esos dos elementos están marcados con las letras *L* y *C*. Pero la bobina *L* forma parte de un transformador, cuyo otro bobinado sirve para la realimentación o reinyección de la señal desde la placa a la grilla por vía inductiva. La polarización de grilla se da en este caso por un conjunto de resistor y capacitor insertados en el circuito de cátodo de la válvula. Cuando nos ocupemos de generadores de señales de audio veremos en detalle los aparatos que se encuentran en plaza.

Cambios de frecuencia

En los generadores de señales hay que graduar la frecuencia de las señales producidas dentro de los límites fijados por las condiciones de trabajo en el laboratorio. Con una bobina en el circuito oscilante, y haciendo variable la capacidad, hemos visto que podemos obtener una relación de 1:3 entre la frecuencia mínima y máxima a producir. Para mayores relaciones se debe cambiar la bobina, y tener así otra gama de relación 1:3, y así sucesivamente.

La figura 35 nos muestra el procedimiento empleado en la mayoría de los generadores de

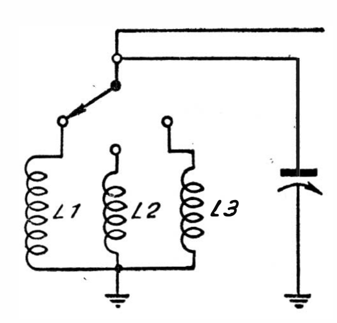


Fig. 35. — Para cambiar de banda o gama de frecuencias se seleccionan distintas bobinas mediante una llave rotativa.

señales. Se trata de colocar una llave selectora que permite conectar una bobina de un grupo de ellas en el circuito oscilante. Por ejemplo, si debemos diseñar un generador de señales que cubra el espectro de R. F. desde unos 170 Kc/s hasta 40 Mc/s podemos elegir las bandas de la siguiente manera, respetando siempre la relación 1:3 en cada banda:

banda 1	=	170	—	510	Kc/s
banda 2	=	500	—	1500	Kc/s
banda 3	=	1,5	—	4,5	Mc/s
banda 4	=	4,5	—	13,5	Mc/s
banda 5	=	13,5	—	40	Mc/s

Y vemos que en cada banda se cumple aproximadamente la relación 1:3 prefijada, que la frecuencia mayor de cada banda corresponde a la menor de la que sigue, para tener cubrimiento completo del espectro, y que en sólo 5 bandas tenemos el cubrimiento proyectado.

Modulación de la señal de R.F.

De acuerdo con la teoría sobre la modulación de señales de R. F. que se puede estudiar en cualquier libro sobre teoría de radio, sabemos que si a una señal de R. F. de amplitud constante le introducimos variaciones en su amplitud que sigan una ley o variación que corresponda a un tono de audio, se obtiene una onda o señal modulada. ¿Cuál es la razón que hay para proceder de este modo? La respuesta es inmediata: la señal de R. F. que nos produce un generador de señales la utilizamos para inyectarla en un receptor de radio, por ejemplo, y ajustar así sus circuitos sintonizados; pero esa señal de R. F. si es una onda continua, sin modular, es inaudible en parlante de modo que si la modulamos con un tono fijo, el detector del receptor extraerá de la misma ese tono fijo y lo oiremos en parlante. Entonces, por comodidad, los generadores de R. F. traen un modulador, que no es otra cosa que un oscilador de audio de tono fijo, o sea un circuito similar al de la figura 34.

Con esa señal de tono fijo podemos modular la señal de R. F. de varias maneras, por ejemplo colocando el bobinado de placa del oscilador de audio en serie con la alimentación anódica de la válvula osciladora de R. F.; también en serie con la pantalla, si es una válvula pentodo. Como el objeto de este libro no es enseñar la teoría de la modulación, presentaremos un circuito completo de un generador de señales moduladas para que veamos el sistema de modulación, al mismo tiempo que incluiremos el sistema de cambio de banda y otros detalles que después serán vistos en particular al describir los circuitos de aparatos comerciales.

El esquema de un oscilador modulado se puede ver en la figura 36. La válvula osciladora de R. F. es un pentodo tipo 6SJ7 o similar, en la cual la pantalla y la supresora se usan al solo

efecto de inyectar la modulación. En el circuito de grilla tenemos las bobinas L_1, L_2 y L_3 que forman los conjuntos oscilantes en combinación con el capacitor *C*, de acuerdo con el sistema Hartley. Luego, la selectora para cambio de bandas de frecuencia debe ser doble, porque cada bobina tiene dos puntos de conexión, si modulación no se produce, por anularse el efecto inductivo que recibe dicho bobinado.

El esquema presentado es uno de los muchos que utilizan las fábricas de generadores de señales, y no se dan mayores detalles sobre el uso del aparato porque más adelante nos ocuparemos de eso en forma más completa. Sólo hemos querido

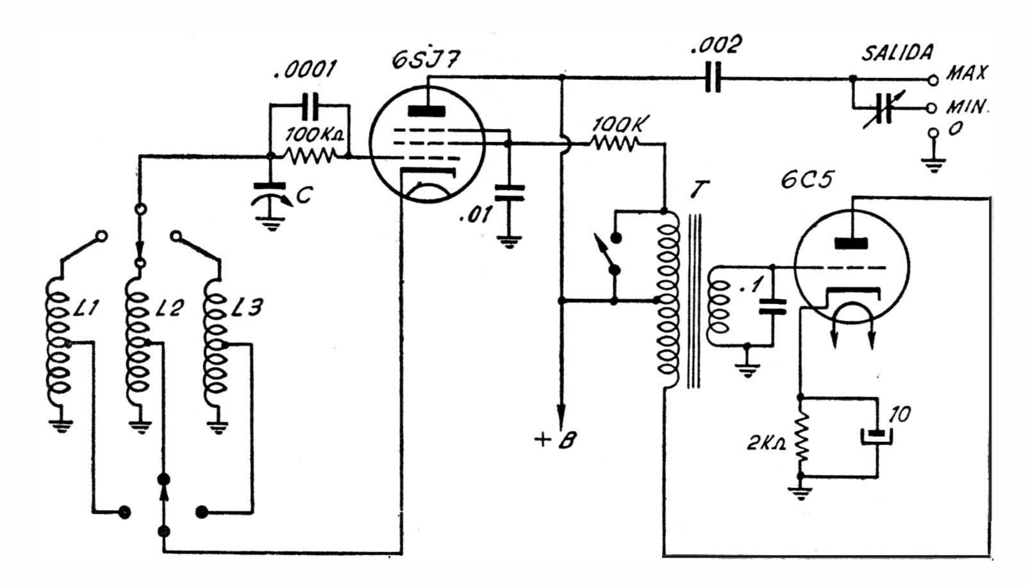


Fig. 36. — Circuito de un generador de señales de R.F. modulado.

simplificamos el tercer punto de cada una mediante la conexión a masa. En la grilla tenemos además el conjunto de polarización con el resistor de 100 K/ohm y el capacitor de 0,0001 mfd. En el circuito de placa de esta válvula tenemos la salida de R. F. a través de un capacitor fijo de 0,002 mfd, y después hay un borne de salida máxima, sin graduación, y otro de salida mínima, con graduación a capacitor variable en serie.

El modulador es un oscilador de audio, con válvula triodo 6C5 o similar. El circuito de grilla tiene un conjunto resonante a 1.000 ciclos por segundo, formado por uno de los bobinados del transformador *T* y el capacitor de 0,1 mfd. En cátodo está el conjunto de polarización de grilla. La placa se alimenta a través de la mitad del otro bobinado de *T*, pero la otra mitad de este transformador queda en serie con la alimentación de pantalla de la 6SJ7, con lo que se produce la modulación. El resistor de 100 K/ohm sirve para rebajar la tensión de pantalla de esa válvula y el capacitor de 0,01 mfd es de paso de R. F. Si se desea que la señal de R. F. salga sin la modulación, basta cerrar la llave simple que tiene el medio bobinado de *T* y la en esta oportunidad presentar un circuito que reúna los temas explicados anteriormente sobre esta clase de aparatos de laboratorio.

Osciladores a transistor

El advenimiento de los semiconductores ha hecho rediseñar muchos equipos electrónicos, y es así que ya nadie piensa en hacer receptores portátiles a válvulas por ejemplo. En el caso de los aparatos de laboratorio, de instalación poco menos que fija, el detalle de usar válvulas o transistores sería secundario a no mediar ciertas circunstancias que dan ventajas a los segundos. La posibilidad de llevar el instrumento a cualquier lado, independizándose del problema de su alimentación, por un lado, y la eliminación de alteraciones por variaciones de la tensión de línea, son dos factores más que suficientes para ser tenidos en cuenta.

Por los motivos señalados se diseñan cada vez más los instrumentos de laboratorio con transistores. Veremos los circuitos básicos para poder acostumbrarnos a distinguir las diferencias con los clásicos a válvulas. Por de pronto, sabemos

que un oscilador es un circuito resonante que debe ser realimentado para que mantenga las oscilaciones o sea que se compensen las pérdidas de energía; y para realimentarlo lo mismo puede usarse una válvula que un transistor.

La figura 37 nos muestra el esquema básico de un oscilador de R. F. a transistor, en el cual

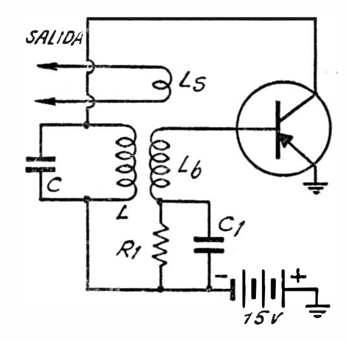


FIG. 37. — Esquema de un oscilador de R.F. a transistor.

vemos el circuito resonante *LC* en el circuito de colector del transistor. La bobina *L* tiene dos bobinas acopladas; una es la L_b que sirve para tomar parte de la señal e inyectarla a la base del transistor, y la otra es la L_s, que es una bobina que toma señal de salida. Como todo transistor debe ser polarizado convenientemente, el conjunto $R_1\,C_1$ está para dar la polarización a la base, en forma similar a lo que poníamos para polarizar la grilla en la figura 31. El colector lleva polaridad negativa, en este caso de 15 Volt suministrados por una pequeña batería o un grupo de pilas.

Los principios establecidos anteriormente para producir los cambios de frecuencia y de banda, haciendo variable el capacitor del tanque resonante y colocando una llave selectora de bobinas, son aplicables a este generador de señales, pues en su parte eléctrica no difiere de los ya mencionados.

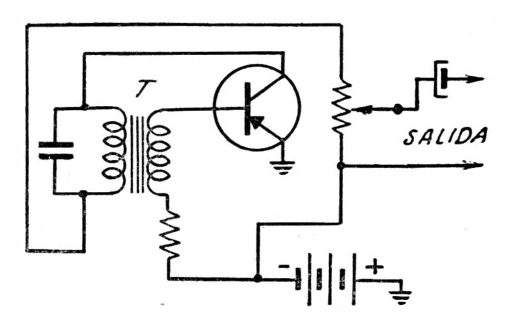


FIG. 38. — Esquema de un oscilador de audio a transistor.

Pasando ahora a los generadores de señales de audiofrecuencia, en la figura 38 podemos ver un circuito que emplea un transistor para mantener las oscilaciones. El circuito resonante está también en el colector del transistor, y el otro bobinado del transformador *T* se usa para reinyectar señal en la base del mismo transistor; hay además un resistor para polarizar la base y en el circuito de salida vemos que se ha intercalado un potenciómetro, a los efectos de poder graduar la parte de señal de salida que interese. Para no tomar junto con la señal de salida tensión continua, se halla en serie con esa salida un capacitor electrolítico.

Formas de onda de la señal

Una señal, o sea el producto de la oscilación o generación, es una tensión alterna, y de acuerdo con la teoría sabemos que puede ser representada gráficamente según su forma de variación durante cada ciclo. Si consideramos solamente un ciclo, veamos cuáles son las formas de onda usuales en los aparatos de laboratorio.

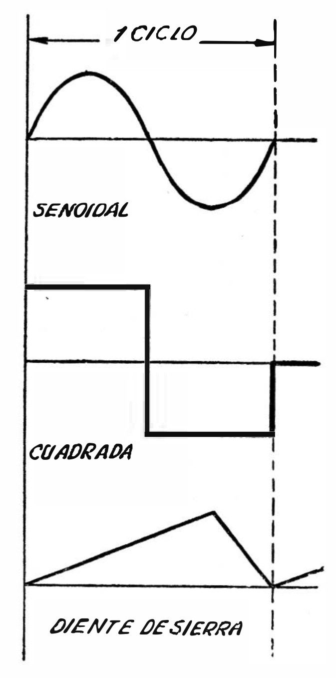


FIG. 39. — Las tres más comunes formas de onda de la señal generada por un oscilador.

La figura 39 nos muestra las tres más usuales, que son la senoidal, la cuadrada y la diente de sierra. Obsérvese que hemos supuesto en los tres casos un ciclo de la misma longitud en el gráfico, o sea que las tres ondas son de la misma fre-

cuencia; lo que las diferencia es la forma de variación, o sea la ley que sigue la amplitud instantánea. Especifiquemos mejor esto para que sea entendido correctamente.

El resultado de una oscilación o de una generación eléctrica, sean ellas producto de un circuito resonante o un generador rotativo, es una onda senoidal, como la del gráfico superior de la figura 39, como se ha estudiado en teoría de electricidad o de radio. Las otras formas de onda son el resultado de una operación adicional, porque se las busca ex profeso, intencionalmente.

La onda cuadrada

Si un oscilador entrega una señal de forma senoidal, la pregunta lógica es: ¿cómo se consigue y para qué sirve una onda cuadrada? Contestaremos por partes a la pregunta.

Si aplicamos a la grilla de una válvula una señal senoidal de amplitud muy grande, de tal grandor que supere en amplitud las posibilidades habituales de la entrada por grilla, según lo da a ver la figura 40, ocurre que la corriente de placa no puede seguir las variaciones senoidales que se imprimen a la grilla; en efecto, el semiciclo que apunta hacia el eje vertical de las características de la válvula es superado y la corriente de placa entra en saturación. Luego, el semiciclo de variaciones (+) en la corriente de placa sufre un aplastamiento superior. El semiciclo (—) de la señal en grilla llega y supera el punto de corte de la tensión de grilla,

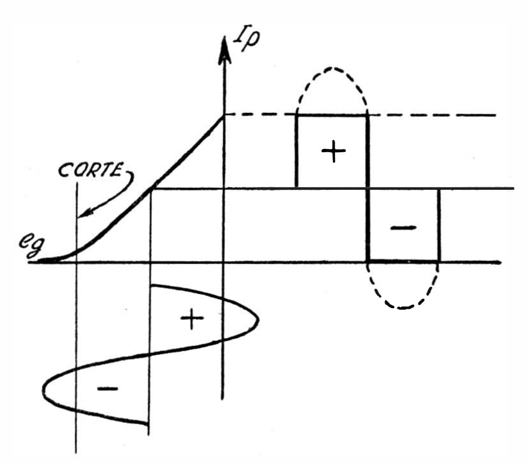


Fig. 40. — Una de las formas de obtener ondas cuadradas.

que anula la corriente de placa; esto produce en el circuito anódico el aplastamiento inferior del semiciclo (—). De modo que aplicando a la grilla de una válvula una señal senoidal perfecta, pero de amplitud grande se obtiene una señal en placa que tiene forma cuadrada. Para

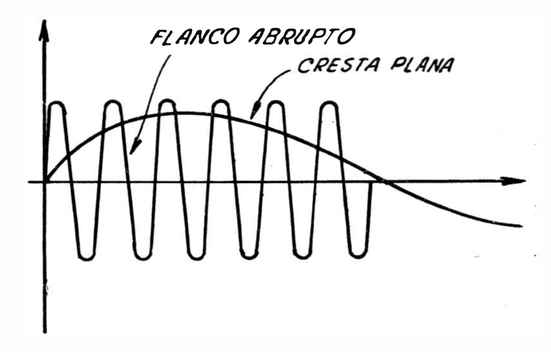


Fig. 41. — Explicación de las ventajas de las ondas cuadradas.

que la señal en grilla supere la amplitud máxima posible de entrada se recurre a trabajar con muy baja tensión anódica, con lo que una señal no muy alta en grilla produce el estado de saturación a que se ha aludido. El lector debe admitir que éste no es un libro de teoría y que sólo estamos explicando someramente las cosas que encontrará dentro de los instrumentos que maneje.

Falta ahora justificar la necesidad de disponer de ondas cuadradas. Si dibujamos en un mismo gráfico dos ondas de audiofrecuencia, una de frecuencia muy baja y otra de frecuencia muy alta, tal como lo quiere mostrar la figura 41, notaremos que la cresta o parte superior de la onda de baja frecuencia puede asimilarse a una recta horizontal y los flancos de las de alta frecuencia pueden confundirse con rectas verticales. Si combinamos en una misma onda flancos verticales y cresta horizontal, tendremos una señal muy apropiada para probar amplificadores, pues tiene un contenido muy rico en armónicas y puede decirse que en ese contenido hay desde las frecuencias más bajas hasta las más altas. Las ondas cuadradas, entre otras cosas, sirven para probar amplificadores de audio.

La onda diente de sierra

Ya conocemos las dos ondas superiores de la figura 39, y nos falta la inferior, que se denomina diente de sierra por su forma en relación con los dientes del serrucho. Veamos cómo se obtiene una onda que tenga esa forma de variación.

Si cargamos un capacitor y medimos la tensión entre sus bornes mientras dura esa carga,

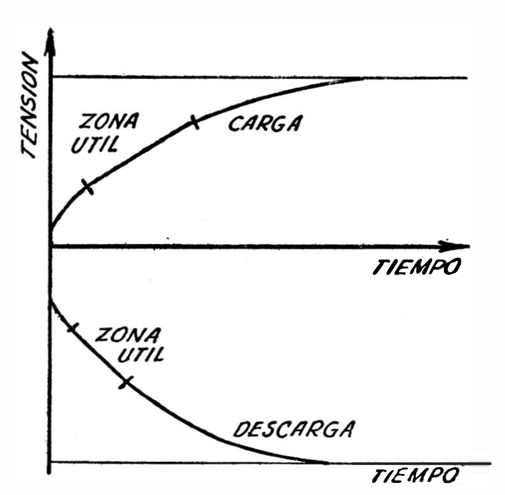


FIG. 42. — Las cargas y descargas de capacitores permiten formar ondas diente de sierra.

comprobaremos que tal tensión crece lentamente, siguiendo una curva como la superior de la figura 42; o sea que, al transcurrir el tiempo, la tensión va creciendo hasta que alcanza el valor igual al de la fuente. Entendamos que hablamos del tiempo, pero no nos referimos a lapsos muy grandes sino a duraciones breves, fracciones de segundo, digamos unos cuantos milisegundos. Esa curva tiene una parte bastante recta que nos hace pensar en utilizarla para formar el flanco inicial de la onda diente de sierra.

Si ahora tomamos ese capacitor cargado y lo descargamos sobre un circuito, pero al mismo tiempo medimos constantemente la tensión entre bornes del capacitor, comprobaremos que esa tensión varía en la forma como lo muestra la curva inferior de la figura 42. La descarga empieza a la tensión máxima y finalmente, después de unos cuantos milisegundos, la tensión alcanza el valor cero. Pero en la curva de descarga podemos observar una zona que es bastante recta y que podría formarnos el flanco descendente de la onda diente de sierra.

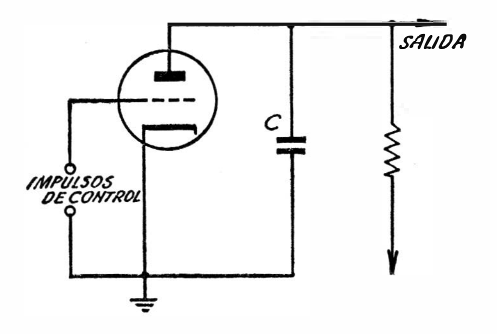


FIG. 43. — Principio del circuito para producir ondas diente de sierra.

Entonces, ya tenemos lo que necesitamos (ver Fig. 43). Colocamos un capacitor *C* en el circuito de placa de una válvula y gobernamos su carga y descarga mediante una válvula que tiene aplicada a su grilla cualquier tipo de impulsos de control, impulsos de la misma frecuencia que la onda diente de sierra que queremos obtener. Cuando el impulso lleva la válvula al corte, la resistencia interna de la misma se hace muy grande y se puede cargar el capacitor *C* y cuando el impulso de grilla libera el corte, circula corriente anódica y el capacitor se descarga; ambos procesos, el de carga y descarga, se cumplen con variaciones que responden a las partes rectas de las curvas de la figura 42; luego obtendremos la onda diente de sierra.

La figura 44 nos muestra un circuito más elaborado para producir ondas diente de sierra, como es el multivibrador acoplado por cátodo, ampliamente usado en televisión. Mediante el uso de dos válvulas resulta más cómodo produ-

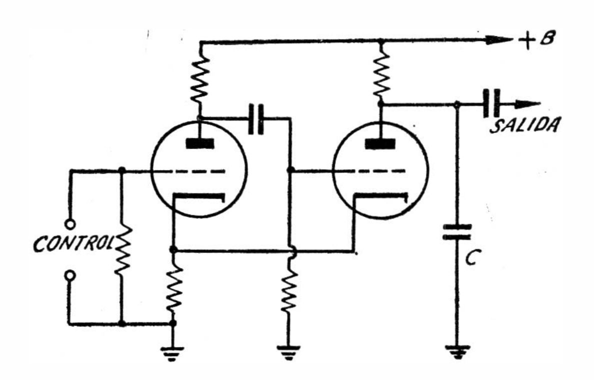


FIG. 44. — Circuito más elaborado para producir ondas diente de sierra.

cir el bloqueo por corte de corriente anódica de la segunda válvula, aplicando a la grilla de la primera impulsos de control de pequeña amplitud. El acoplamiento entre válvulas, que en este caso se concreta por sus circuitos de cátodo, las hace trabajar en interdependencia; finalmente, en el capacitor *C*, se produce la onda diente de sierra que buscamos. Insistimos en el detalle que si algún lector desea conocer mejor el tema de estos generadores, debe acudir a cualquier tratado teórico sobre televisión, donde encontrará explicaciones exhaustivas sobre el particular.

Con respecto a la utilización de este tipo de ondas, cabe agregar que las encontraremos en los generadores con barrido, en los osciloscopios y en algún otro tipo de aparato muy especial que será mencionado en su oportunidad.

Día 4

Después de haber estudiado los instrumentos básicos que se emplean en el laboratorio de radio y TV, comprendiendo a los de indicación y generación, ya que los otros son derivados de esos o se trata de casos especiales, debemos encarar temas un poco más concretos. Sabemos leer en las escalas o en los diales de los aparatos que ya conocemos, de modo que no habrá ninguna dificultad en interpretar el modo de usar cualquier instrumento, por complicado que él sea. Es interesante destacar que en la utilización de aparatos de medición deben tenerse en cuenta las observaciones acerca de las lecturas correctas o erróneas, la precisión en las mismas y además, las recomendaciones del fabricante que siempre acompañan al instrumento que se adquiera.

El tema de la presente jornada es muy importante, quizá el más importante de todos, si bien se dedicará a un solo instrumento. Estudiaremos el multímetro, al que durante mucho tiempo se llamó tester, *que es el aparato básico de todo armador y reparador. Sus posibilidades son enormes y primero haremos del mismo un estudio integral, para pasar en el capítulo próximo, a la descripción de algunos modelos comerciales en boga.*

ESTUDIO DEL MULTIMETRO

El aparato que estudiamos en el capítulo segundo, cuyo principio de funcionamiento vimos en la figura 24, es el amperímetro, o, para ser más amplios en la denominación, el miliamperímetro o el microamperímetro, ya que el nombre depende de la magnitud de la intensidad de corriente que mide. Entonces, nos estamos refiriendo a un instrumento que mide intensidades de corriente, y cuyo principio se basa en un imán permanente y una bobina móvil; dejaremos de lado por el momento todo otro tipo de instrumento, para estudiar las posibilidades de medición que nos brinda ese miliamperímetro.

Con este aparato podemos medir corrientes y tensiones, tanto de continua como de alterna, resistencias, capacidades, inductancias, niveles de salida y, con un poco de ingenio, otras cosas más. Para evitar el tener que realizar en cada tipo de medición un esquema completo adecuado a las circunstancias, se construyen aparatos que contienen un miliamperímetro como el de la figura 24 y que mediante un juego de llaves permite usarlo de todas las maneras necesarias para hacer todas esas mediciones mencionadas. Tal aparato es el *multímetro*; es de destacar que la tendencia moderna es usar corrientes más débiles, por lo que casi todos los multímetros modernos tienen un microamperímetro y no un miliamperímetro. El tipo de instrumento más común es el de 50 microamper como alcance máximo, y veremos más adelante que los multímetros que lo emplean se llaman también *de 20.000 Ohm por Volt.*

¿Qué podemos hacer con un microamperímetro que nos puede medir intensidades de corriente tan pequeñas? Como veremos, podemos hacer muchas cosas y las estudiaremos ordenadamente, no porque vamos a comprar ese instrumento sino porque para aprender a manejar bien un multímetro es necesario conocer bien sus principios, la manera en que se realizan las conexiones internas cada vez que accionamos sus selectoras y las precauciones que deben guardarse mientras se lo usa.

Escalas de corriente

Si queremos medir con un microamperímetro una corriente mayor que la que indica su escala

como alcance máximo, hay que conectarle un resistor en paralelo, tal como lo muestra la figura 45. De este modo, parte de la corriente que

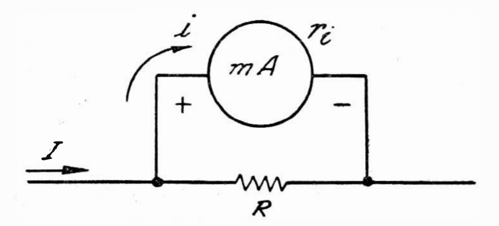


Fig. 45. — Principio para ampliar el alcance de medición de un amperímetro.

hay en el circuito pasa por el instrumento, y otra parte pasa por la resistencia *R*. Si conocemos la resistencia de la bobina móvil del aparato, a la cual en la figura 45 la hemos denominado r_i, podemos graduar bien las proporciones en que se divide la corriente total *I* del circuito por las dos ramas, de tal modo que la corriente *i* que pasa por el instrumento no supere su alcance máximo.

Por ejemplo, si queremos medir corrientes que sean hasta 10 veces mayores que la máxima de la escala, tenemos que hacer pasar por la resistencia *R* las nueve décimas partes de la corriente total, y por el instrumento la décima parte restante; la suma de las dos corrientes nos da la corriente total *I* del circuito. Luego, la resistencia *R* debe tener como valor, la novena parte de la r_i del instrumento. Y así siguiendo, si queremos medir corrientes que sean hasta 100 veces mayores que el alcance, la resistencia que colocaremos en paralelo deberá tener un valor 99 veces menor que r_i. Estos cálculos se mencionan para conocimiento del lector, pero él no

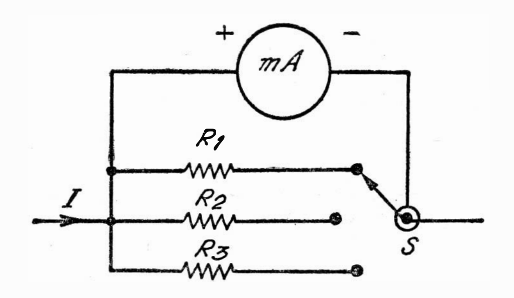


Fig. 46. — Forma de disponer de varios alcances de corriente mediante una selectora.

debe hacerlos porque el multímetro ya trae en su interior todas las resistencias *R* que hagan falta. Claro que debe conectarse una u otra y para ello lo más cómodo es usar una llave selectora, tal como lo muestra la figura 46. Obsérvese que girando la manija se pone en circuito una de las resistencias R_1, R_2 o R_3, cada una de las cuales da una multiplicación de alcance distinta.

¿Y la escala del instrumento? Ella está graduada en forma directa para el alcance primitivo, sin las resistencias agregadas; luego, las lecturas deben ser multiplicadas por el multiplicador de alcance que opera. Por ejemplo, si el instrumento es para 50 microamper y con R_1 multiplicamos su alcance 100 veces, tenemos que llegaremos a: $50 \times 100 = 5.000$ microamper, o sea 5 miliamper; luego, al leer cualquier cifra sabemos que los números de cero a 50 para nosotros valen de cero a 5, cuando usamos ese punto de la selectora. Ni siquiera tenemos que preocuparnos por conocer el número multiplicador, porque al lado de la punta

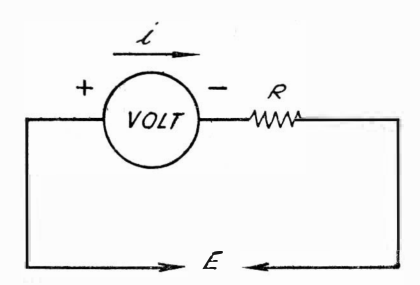


Fig. 47. — Forma de ampliar el alcance de medición de un voltímetro.

de la flecha que oficia de perilla de accionamiento de la selectora se coloca la cifra del nuevo alcance máximo, y en el ejemplo propuesto tendremos la indicación 5 mA. Además, es común que las fábricas coloquen varias series de números en la escala, tal como lo mostró la figura 11. Para cada alcance hay una escala que da las lecturas directas.

Cuando se debe medir una corriente con el instrumento así preparado, y no sabemos qué cifra tenemos, conviene empezar con el alcance máximo y si la lectura se produce en el principio de la escala, pasar al alcance menor que siga, y así sucesivamente.

Escalas de tensión

Por lo visto en la figura 30 sabemos que un microamperímetro puede ser usado para medir tensiones siempre que lo conectemos en serie con un resistor de alto valor, y que el conjunto sea derivado sobre los puntos del circuito cuya tensión entre ellos se desea conocer. La figura

47 nos actualiza la idea y nos dice también que el valor de R debe ser tal que no permita que por el instrumento pase una corriente mayor que su alcance i. Por ejemplo, si el instrumento es de 50 microamper, para seguir con el tipo

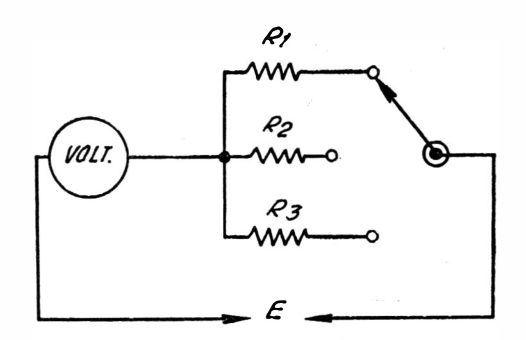


FIG. 48. — Forma de disponer de varios alcances de tensión mediante una llave selectora.

que mencionamos antes, ¿cuál será el valor de R para que la corriente nunca pase de esa intensidad dada? La respuesta es fácil, pues si aplicamos la clásica ley de Ohm, dividiendo la tensión por la intensidad, obtendremos la resistencia. Tomemos, para simplificar, una tensión de 1 Volt, y dividámosla por la intensidad máxima que soporta el instrumento, 50 microamper:

$$1 \div 0{,}000050 = 20.000$$

Claro, para la ley de Ohm debemos tomar la corriente en Amper y los 50 microamper son 50 millonésimos; el resultado de la operación nos da 20.000 Ohm de resistencia R externa para 1 Volt de tensión aplicada. Y proporcionalmente, por cada Volt adicional que se aplique, debemos agregar otros 20.000 Ohm. Luego, en general, decimos que nuestro instrumento requiere 20.000 Ohm/Volt. Si queremos medir tensiones de hasta 500 Volt, necesitamos una resistencia R de valor:

$$\begin{aligned} 20.000 \times 500 &= 10.000.000 \text{ Ohm} \\ &= 10 \text{ Megohm} \end{aligned}$$

Ya sabemos cómo transformar nuestro microamperímetro en un voltímetro, pero para tener distintos alcances no es cuestión de ir cambiando el valor del resistor R de la figura 47. Colocamos una selectora y varios resistores, tal como lo muestra la figura 48. Ya el lector imagina que combinando adecuadamente las dos selectoras, la de la figura 46 y la de la 48, podemos hacer una selectora de 6 posiciones, tres para intensidades y tres para tensiones; efectivamente se hace así, y en los circuitos de multímetros lo veremos. Las escalas de los multímetros tienen varias hileras de cifras, cada una de las cuales corresponden a cada posición de la selectora de tensiones; es lógico pensar que pueden usarse las mismas cifras que para intensidades, sólo que para tensiones tendremos Volt y para intensidades miliamper.

Una aclaración muy importante es que sabemos que los instrumentos que responden al principio de la figura 24 son únicamente para corriente continua, de modo que lo que hemos explicado hasta aquí es válido para corrientes y tensiones continuas.

Escalas de resistencia

Lo que debemos explicar en realidad es la manera de improvisar un *óhmetro* con el microamperímetro disponible, para seguir completando nuestro multímetro. Es decir que tenemos que medir resistencias midiendo la intensidad de la corriente que les hacemos pasar por ellas. Si recordamos la mentada ley de Ohm, y usamos una fuente de tensión constante, eso es fácil, y lo muestra la figura 49. En efecto, si colocamos una pila o grupo de pilas cuya tensión total es E, fija, y colocamos un resistor que tiene una resistencia R, el instrumento nos acusará una lectura de valor i microamperes. Luego el valor de R resulta de dividir E por i, tomadas en Volt y Amper respectivamente. Supongamos,

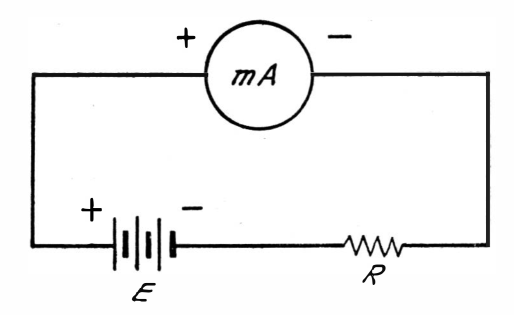


FIG. 49. — Esquema básico para medición de resistencias con miliamperímetro.

por ejemplo, que con una batería de 4,5 Volt leímos una intensidad de 20 microamper, o sea 0,000020 Amper; el valor de R es:

$$\begin{aligned} 4{,}5 \div 0{,}000020 &= 225.000 \text{ Ohm} \\ &= 225 \text{ Kilohm} \end{aligned}$$

Claro, para usar el óhmetro no necesitamos hacer la división cada vez, sino que basta agre-

gar una escala al instrumento con las operaciones ya hechas. Obsérvese que esa escala será de sentido creciente contrario al de la escala de intensidades, pues a menor resistencia mayor corriente y viceversa. Pero antes de mostrar cómo son esas escalas, debemos hacer algunas aclaraciones acerca del ajuste del óhmetro.

En primer lugar, si la resistencia que queremos medir vale cero, la batería queda cerrada directamente sobre el microamperímetro, de modo que pasaría por el mismo una corriente grande; para evitarlo hay que colocarle una resistencia en serie que limite la intensidad de corriente al máximo de su escala. Es la resistencia *R* de la figura 50. En segundo lugar, la batería, con el uso y simplemente con el transcurrir del tiempo, pierde lentamente su tensión primitiva, y entonces la marcación de la escala del óhmetro resultaría falsa. Para obviar el inconveniente se coloca un potenciómetro *P* que trabaja de la siguiente manera: cuando se va a usar el óh-

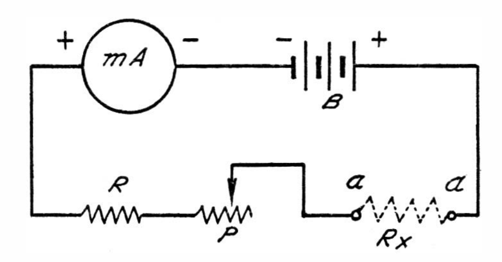


Fig. 50. — Esquema básico del óhmetro serie.

metro, se unen en corto los dos bornes *aa* que sirven habitualmente para conectar la resistencia desconocida R_x; en esas condiciones se gira la perilla de *P*, que tiene la indicación *ajuste cero Ohm* o algo por el estilo, hasta que la aguja del aparato marque cero Ohm. Luego de este ajuste se quita el corto en los bornes *aa* y se conecta en ellos la resistencia a medir.

También los óhmetros tienen más de una escala, pero generalmente se usa una sola con coeficientes 10,100, etc. La llave selectora se encarga de cambiar la batería para disponer de tensiones mayores y poder medir resistencias más grandes.

Hay un tipo especial de circuito de óhmetro adecuado para medir resistencias de valor pequeño, y es el óhmetro paralelo, en el cual la resistencia a medir se conecta en paralelo con el instrumento y no en serie. La figura 51 nos muestra el detalle. En este caso, a mayor resistencia derivada, mayor será la corriente que pasa por el instrumento, de modo que la escala del óhmetro paralelo avanza en su numeración hacia adelante, como la de las corrientes y no es inversa como la del óhmetro serie. No todos los multímetros comerciales traen un óhmetro

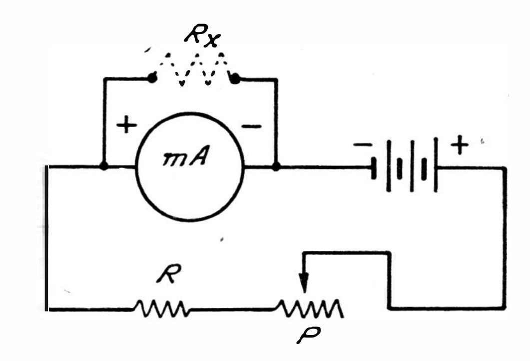


Fig. 51. — Esquema básico del óhmetro paralelo.

paralelo entre sus posibilidades, pero se ha hecho la mención para ilustrar mejor al lector.

A título de modelo, presentamos en la figura 52 dos escalas de óhmetros; la superior corresponde a un óhmetro serie común y la inferior es de un óhmetro paralelo. A la izquierda, final de la escala del óhmetro serie hay un símbolo de infinito (no es un número 8), lo que significa que el extremo de la izquierda de esa escala, que corresponde a corriente nula en el instrumento, se alcanza si la resistencia a medir es infinitamente grande. En la escala del óhmetro paralelo esa indicación corresponde al extremo derecho, pues si no colocamos ninguna resistencia derivada, o sea un valor infinitamente grande, toda la corriente pasa únicamente por

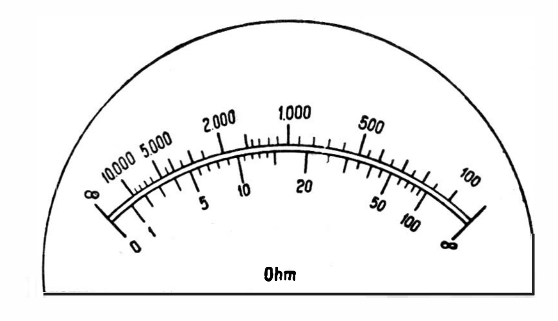


Fig. 52. — Aquí se muestran las escalas típicas de los óhmetros.

el instrumento y en la escala de éste leemos su valor máximo.

En la descripción de multímetros prácticos podremos ver que la selectora que conecta dos o tres alcances de óhmetros es la misma que daba los distintos alcances de tensiones e inten-

sidades de continua. En el frente de esa llave se indica el alcance de cada escala de Ohm o de sus múltiplos. Es común indicar el múltiplo 1.000 como 1 K, el de 10.000 como 10 K, etc.

Tensiones alternas

El instrumento de imán permanente es polarizado; luego, si conectamos una tensión alterna, cuyos dos medios ciclos tienen la misma amplitud, la aguja se quedará quieta, pues los impulsos motores que la hacen girar son hacia adelante durante medio ciclo y hacia atrás durante el otro medio ciclo. Si se hace inadvertidamente esa conexión se observa un temblequeo de la aguja ligeramente perceptible, indicio de que los dos medios ciclos no son absolutamente iguales, pero la medición no puede hacerse.

Para medir tensiones alternas con un multímetro, hay que dotar al instrumento de un rec-

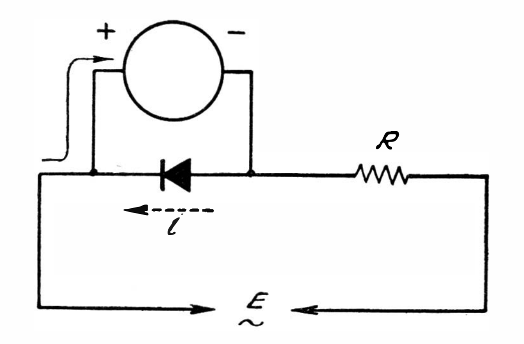


Fig. 53. — Mediante un rectificador se miden tensiones alternas con un instrumento para continua.

tificador; lógicamente, los multímetros lo traen ya en su interior. La figura 53 nos muestra el esquema básico de la medición de tensiones alternas. En paralelo con el microamperímetro aparece un rectificador sólido y en serie con el conjunto la resistencia multiplicadora que teníamos en la figura 47. Vemos las dos corrientes que hemos indicado con la letra *i*, pero una con línea llena y otra de trazos en la figura 53. Si aplicamos al conjunto una tensión alterna, la misma tiene en cada ciclo dos semiciclos, uno que da polaridad positiva en el borne de la izquierda y otro en el borne de la derecha. Cuando tenemos el polo positivo a la izquierda, la corriente *i* pasa normalmente por el instrumento y no por el rectificador, luego por la resistencia multiplicadora *R* y tenemos un voltímetro común; cuando tenemos el polo positivo a la derecha, la corriente es la de línea de trazos, pasa por el rectificador que ofrece menor resistencia y el instrumento no la acusa. Claro, la escala del instrumento la tenemos graduada

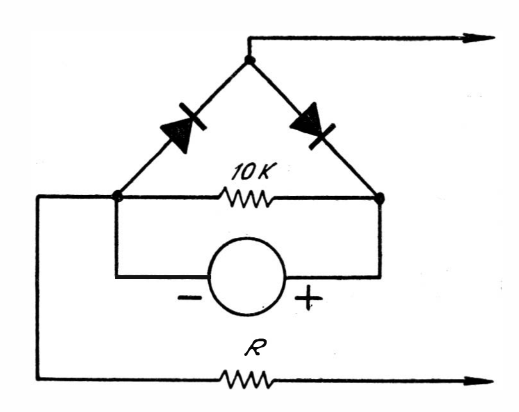


Fig. 54. — Un sistema más elaborado de conexión del rectificador.

en Volt para continua y con las modificaciones que hemos hecho, el efecto de la resistencia interna del rectificador y el hecho de que medimos el promedio de los valores instantáneos de medio ciclo, las indicaciones de la aguja en la escala serán muy diferentes que los valores que tenemos para tensiones continuas. Para no tener variaciones tan grandes, suelen disponerse variantes, como la que indica la figura 54, que corresponde a un tipo de multímetro comercial que usa dos rectificadores y una resistencia de 10 Kilohm derivada sobre los mismos. Con todos estos recursos igual no se consigue que se usen las mismas escalas para tensiones continuas que

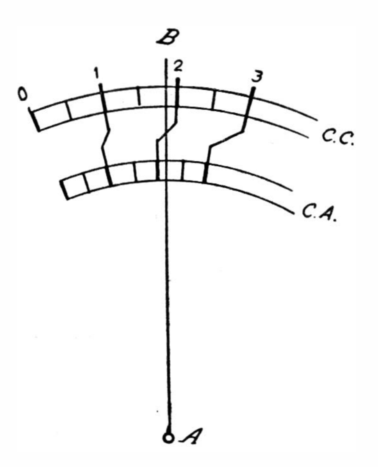


Fig. 55. — Las escalas para alterna resultan desplazadas con respecto de las de continua.

para las alternas, y generalmente tenemos dos escalas ligeramente desplazadas, como lo muestra la figura 55. Al hacer lecturas de c. c. o

sea de continua, leemos en la escala superior, y al hacer lecturas de alterna (c. a.) leemos los números de la escala superior pero observamos

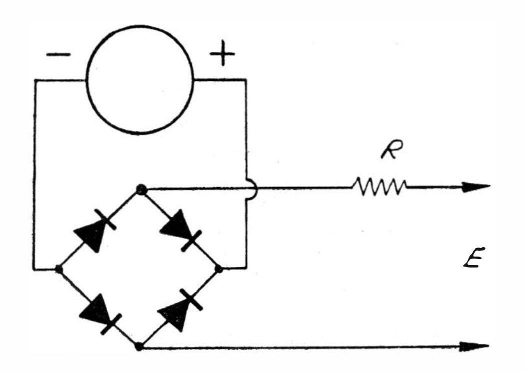


Fig. 56. — Conexión del rectificador puente para un instrumento.

las divisiones que marca la aguja en la inferior. Suelen encontrarse números o escalas de distinto color, como ser negro para continua y rojo para alterna.

nida en la posición *AB*; si fuera un valor de continua leeríamos sin vacilar 1,8, pero como estamos midiendo valores en alterna, la posición de la aguja la tomamos para la escala inferior (*c. a.*) y los números en la hilera superior. Luego, el valor que debemos leer es 2,2.

Hay casos en que se emplea un rectificador puente en lugar de uno solo o dos en serie, y eso lo muestra la figura 56. Estos detalles son ilustrativos y el lector debe atenerse a los esquemas que traen los multímetros. El tipo de rectificador le interesa para hacer el recambio en caso de deterioro, porque para usar el multímetro solamente debe preocuparse de colocar la selectora en el lugar que corresponde y usar la escala adecuada.

Circuitos combinados

La aplicación de todas las posibilidades que hemos explicado en un aparato combinado o multímetro tiene una enorme cantidad de variantes, y no sería posible dar todos los esquemas existentes, pues continuamente aparecen nuevos.

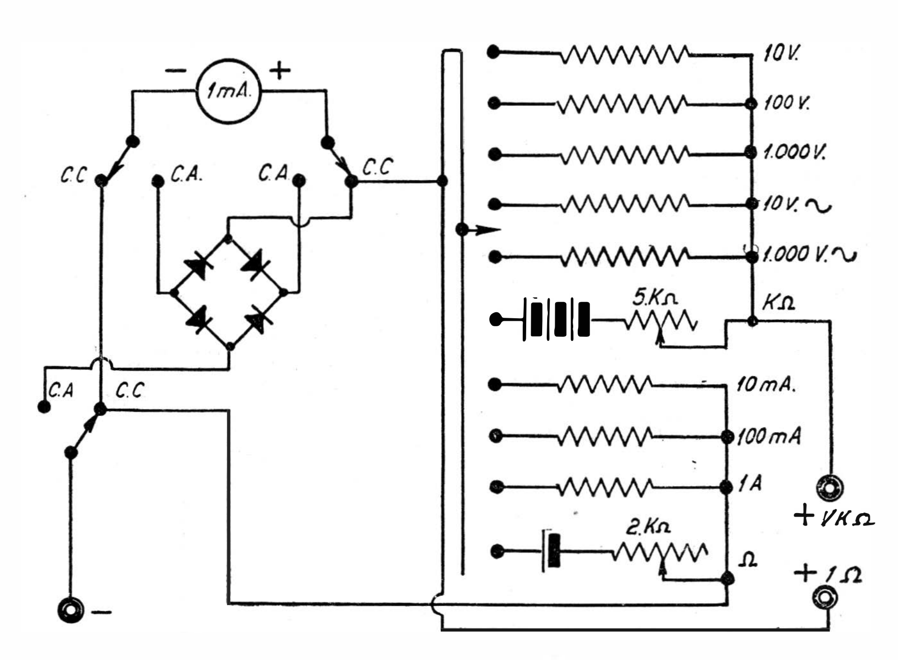


Fig. 57. — Esquema básico de un multímetro para diversos tipos de medición; sirve para medir tensiones y corrientes continuas, tensiones alternas y resistencias.

Para que el lector comprenda la manera de hacer lecturas en estas escalas dobles con hilera de cifras solamente en la escala para valores de continua, supongamos el ejemplo que podemos ver en la misma figura 55. La aguja está dete-

En este capítulo sólo daremos un ejemplo de un multímetro sencillo, con unos pocos alcances, para ver cómo se combinan las distintas posibilidades de medición. La figura 57 da ese ejemplo, que emplea un miliamperímetro de 1 mA,

o sea que se trata de un aparato de 1.000 Ohm por Volt. Podríamos decir que es un multímetro casero, de escaso valor en la práctica.

Usando los principios explicados para las figuras 46, 48, 50, 51 y 56, y colocando tres bornes para simplificar la llave selectora, dispondremos de tres alcances para tensiones continuas, 10, 100 y 1.000 Volt, dos alcances para tensiones alternas, 10 y 1.000 Volt, usando distintos multiplicadores para no diferenciar demasiado las escalas; viene luego un óhmetro serie, después tres alcances de corriente continua y un óhmetro paralelo.

Obsérvese que en las explicaciones de los párrafos precedentes no se ha mencionado la medición de intensidades alternas; ello se debe a que es poco frecuente esa necesidad en radio y TV, por lo que la mayoría de los multímetros comerciales no dan tal posibilidad. Los que sirven para ello, usan un rectificador y escalas desplazadas, como en el caso de tensiones alternas, lo que ha sido explicado.

En nuestro ejemplo, para cambiar de rango de medición hay una selectora simple de 10 posiciones, un solo piso. Para pasar a medir tensiones alternas hay una inversora de tres secciones, movidas con una misma palanca. Y para colocar las puntas de prueba, que generalmente son una negra y otra roja, hay tres bornes: uno para el negativo general donde va la punta negra y dos de color rojo, una para tensiones y altas resistencias y la otra para corrientes y bajas resistencias. El usar tres bornes representa una pequeña incomodidad pero simplifica notablemente la llave selectora.

Habiendo dos óhmetros de distinto circuito, pues uno corresponde al de la figura 50 y otro al de la figura 51, debe haber dos potenciómetros para el ajuste de cero Ohm; también tenemos dos baterías, una para cada óhmetro. El circuito propuesto es sólo ilustrativo, de modo que no daremos sobre el mismo mayores detalles.

Accesorios para otras mediciones

Los multímetros suelen estar provistos de accesorios para realizar mediciones no comunes, y que entonces sólo se toman de la caja original en los casos necesarios. Las fábricas han optado por no incorporar tales implementos en el interior de los aparatos porque pueden adquirirse como adicionales si se necesitan y resulta así más económico el multímetro sin ellos.

Por ejemplo, si el usuario trabaja exclusivamente en radio, las máximas tensiones que debe medir raramente superan los 1.000 Volt, y la mayoría de los multímetros traen escalas para esa cifra; a veces las tensiones mayores de 1.000 Volt y hasta 5.000 Volt deben medirse usando un borne especial y no el común para tensiones bajas. Pero el hecho es que el usuario puede medirlas. Pero si trabaja en TV muchas veces se le presentará la necesidad de medir tensiones mucho más altas, de varios miles de Volt.

En esos casos existen puntas de prueba adicionales, por lo menos una de ellas, la roja, que responde al principio expuesto en la figura 58.

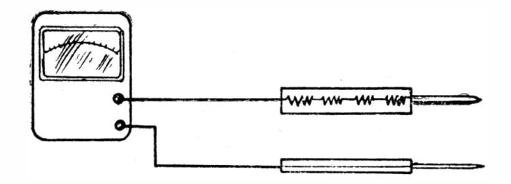


Fig. 58. — Punta de prueba adicional para medir altas tensiones.

Se trata de una punta hecha de un material especial, adecuado a la cifra de tensión muy alta a medir, que contiene en su interior una serie de resistores tales que amplían la multiplicación de alcance explicada para la figura 47. Las lecturas se hacen en algunas de las escalas existentes, aplicando un coeficiente que se indica en cada caso por la fábrica. Tal punta de prueba adicional se denomina: *para altas tensiones*, y suelen servir para cifras de hasta 30 Kilovolt. Algunos multímetros traen esa punta como accesorio normal y no es necesario adquirirla expresamente.

Otro caso muy común es la medición de niveles de salida, cuya cifra se da en decibel (dB). En los estudios teóricos sobre amplificadores se describe la técnica de medir los niveles y no las potencias de salida o de entrada en un equipo; la razón de ello escapa al temario de este libro, pero podemos hacer una explicación resumida para justificar la inclusión de ese tipo de medición en algunos multímetros.

La potencia de un amplificador no es una cifra concluyente, pues ella está relacionada con la amplitud de la señal de entrada. Si relacionamos la potencia de salida con la de entrada tendremos una idea más exacta de lo que ha hecho nuestro amplificador, pues ha pasado, por ejemplo, de recibir una señal de un milésimo de Watt a entregarnos a la salida una potencia de 50 Watt; la ganancia de potencia es de 50 dividido por un milésimo, o sea cincuenta mil veces. Bueno, por razones que sería imposible justificar aquí, los técnicos obtienen el logarismo decimal

de ese número, lo multiplican por 10 y dicen que ese amplificador tiene una ganancia de 47 decibeles. Otras veces toman la tensión a la salida, también a la entrada, dividen esas dos tensiones, obtienen el logaritmo decimal del cociente y lo multiplican por 20; la cifra obtenida también nos da la ganancia en dB. Rogamos al lector que no trate de estudiar el tema en el párrafo precedente, pues sólo hemos querido resumir el criterio y justificar la existencia de las escalas de decibeles en los multímetros.

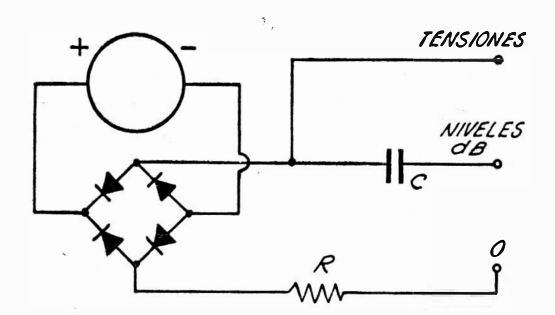


FIG. 59. — Un capacitor en serie permite medir niveles de salida (dB).

Desde que el nivel de salida puede referirse a tensiones, si medimos la tensión alterna sobre una impedancia prefijada, podemos obtener la cifra en decibeles. Las fábricas indican el valor de esa impedancia, y exigen que en la medición no haya componentes de tensión continua. Entonces, para usar el multímetro como medidor de decibeles hay que insertar un capacitor en serie, tal como lo indica la figura 59, y usar el aparato en alguna de sus escalas de tensiones alternas para que trabaje el rectificador. El multiplicador *R* es el que corresponde a la escala usada y el capacitor mencionado es el *C*. Cuando nos ocupemos de multímetros prácticos volveremos sobre este detalle.

Medición de capacidades

La medición de resistencia es una posibilidad de la casi totalidad de los multímetros, a pesar de que hay otros procedimientos de laboratorio para medir tales magnitudes con mayor exactitud, pero también más complicados y que requieren instrumental más costoso y preciso. Lo que ocurre es que el conocimiento de los valores de las resistencias en radio y TV no está regido por normas demasiado estrictas y basta conocer esos valores con una precisión gruesa. Esto no quiere decir que los óhmetros de los multímetros no sirvan, ya que prestan valiosos y cómodos servicios.

En los circuitos encontramos otros elementos con constantes propias, como ser los capacitores y las bobinas; de los primeros nos interesa conocer su capacidad y de las segundas su inductancia. En este caso la medición que puede hacerse con un multímetro es relativamente imprecisa, pero ocurre que cuando debemos hacer esa medición es por haberse borrado la marcación y si redondeamos el resultado indicado por el aparato, seguramente podremos saber el valor correcto, porque esos elementos vienen de fábrica con valores conocidos que siguen una serie predeterminada. Aclaremos con un ejemplo: supongamos que medimos la capacidad de un capacitor y nos da 0,48 mfd; evidentemente se trata de un capacitor de 0,5 mfd y la diferencia se debe a imprecisión de la medición. Algo parecido ocurre con las inductancias.

Cabe aclarar que no todos los multímetros traen posibilidades de medir capacidades e inductancias, pero conviene que conozcamos el procedimiento para que cuando tengamos a mano un aparato completo sepamos a qué atenernos. Comencemos por la medición de capacidades.

Un capacitor presenta a la corriente alternada una cierta impedancia, una limitación a la circulación de corriente, de modo que se cumplirá la ley de Ohm, ya conocida, con las salvedades que corresponden al tipo de corriente, y que el lector puede estudiar en cualquier libro sobre electricidad. Luego, para medir una capacidad comenzamos por medir su impedancia, para lo cual necesitamos aplicar una fuente de alterna; el multímetro, entonces, debe estar conectado con su rectificador interno y la figura 60 nos da el esquema de principio. La tensión alterna es *E*

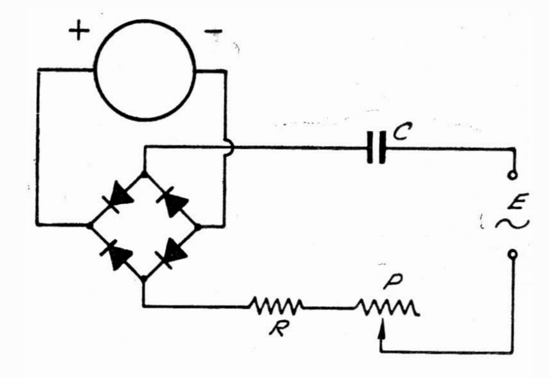


FIG. 60. — Esquema básico para medir capacidades con el multímetro.

y lógicamente su valor puede ser 220 Volt si usamos directamente la línea, o 6,3 Volt si usamos la tensión de filamentos de un transformador de alimentación; es común que los multímetros empleen esas cifras para este tipo de medición. En serie vemos un resistor *R* que tiene la misión de limitar la corriente a la máxima intensidad soportada por el instrumento y un potenciómetro *P* que tiene una función parecida a la que cumple en los óhmetros. Para actuar con *P*, se ponen en corto los bornes destinados a conectar el capacitor *C* y se lleva la aguja a cero. Luego, se intercala en *C* el capacitor desconocido y se hace lectura en la escala, siguiendo las indicaciones del fabricante en cuanto a la posición de las selectoras; generalmente se usan posiciones correspondientes a alterna y como se puede aprovechar el potenciómetro *P* del óhmetro, la selectora de posición tendrá una especial para medir capacidades, a efectos de poder conectar el potenciómetro de ajuste de cero donde corresponde.

El instrumento, generalmente trabaja como voltímetro, ya que debe medir la tensión que hay en su propia resistencia, comparada con la que queda en el capacitor; otras veces mide directamente la corriente que pasa por el circuito, corriente alternada, por supuesto. Pero lo que interesa es que la escala está graduada directamente en valores de capacidades. Y todavía podemos tener más de una escala de capacidades, usando un coeficiente con el cual multiplicamos los valores leídos; por ejemplo, una escala será para valores de *C* y la otra dirá $C \times 20$, u otra cifra. La selectora nos lleva a trabajar en una u otra de esas escalas.

Medición de inductancias

Es una operación enteramente similar a la de medir capacidades, y el esquema básico se ve en la figura 61. Lo único que cambia con respecto a la figura 60 es que aparece conectada para ser medida una inductancia *L*. Hemos dibujado un núcleo de hierro a la inductancia porque como se dispone de una fuente de alterna de baja frecuencia, ya que la línea tiene 50 ciclos por segundo, sólo podemos medir valores altos de inductancias. Para la medición de bobinados de los usados en circuitos de R. F. no podemos utilizar ningún multímetro, sino que tenemos que recurrir a otros instrumentos.

Entonces mediremos inductancias con núcleo de hierro siguiendo el esquema de la figura 61, ajustando previamente el cero con el potenciómetro *P*, y colocando la selectora en la posición que indica la fábrica. Las lecturas se dan en una escala especial, directamente en Henry, o se dispone de una tabla o ábaco para convertir

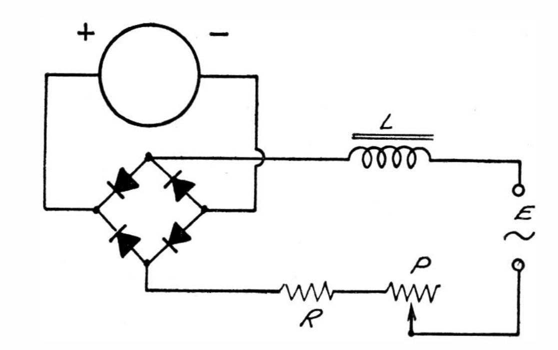


FIG. 61. — Esquema básico para medir inductancias con el multímetro.

Volt leídos en Henry. Como se ve, no hay nada nuevo con respecto al método para medir capacidades explicado anteriormente.

Inversión de polaridad y punto muerto

Durante el trabajo de laboratorio se miden corrientes, tensiones, resistencias, etc. y a veces se tienen conectadas las puntas de prueba del multímetro y hay que invertir sus posiciones porque una tensión positiva pasa a ser negativa o algo por el estilo. La desconexión de las puntas para realizar esa inversión no siempre es muy cómoda, especialmente cuando aquéllas están provistas de clips y están conectadas en puntos bajo tensión; esto obliga a cortar la corriente del equipo para cambiar las puntas y luego, al reconectar, debe esperarse que el funcionamiento se haga normal.

Por estas razones, algunos multímetros traen una llave inversora de polaridad, que permite invertir los bornes de entrada y salida sin tocar las puntas de prueba. Generalmente ese refinamiento se acompaña por una tercera posición en la inversora que corresponde a un *punto muerto*, o sea un punto en el cual el instrumento queda desconectado del circuito; ello permite hacer cambios de elementos o valores sin desconectar las puntas de prueba.

Veamos la manera de conectar una llave que realice estas operaciones. La figura 62 nos muestra la solución con una selectora de tres posiciones y dos vías. Las barras de conexión cierran los contactos entre los bornes externos del instrumento, marcados *1* y *2* con las posiciones indicadas como *a*, *b* y *c* para una de las selectoras y *A*, *B* y *C* para la otra, pero coincidiendo en un

golpe de llave la *a* con la *A*, y así sucesivamente. Cuando los puentes están en la posición *bB*, el instrumento queda desconectado, o sea que se

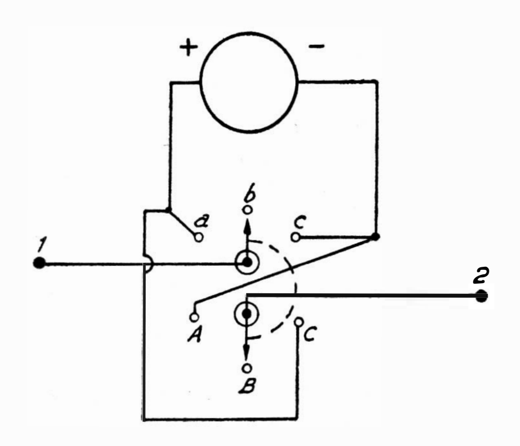


Fig. 62. — Llave inversora de polaridad del instrumento de un multímetro

trata del punto muerto. Si pasamos las barras a las posiciones *aA*, el borne exterior *1* queda unido a la entrada + del instrumento y el *2* queda unido a la salida —; y si pasamos las barras a la posición *cC*, el borne *1* queda unido al extremo — del instrumento y el 2 está con el +, es decir, queda invertida la polaridad.

Mediciones en R.F.

Para medir tensiones de frecuencias muy altas, o sea lo que suele llamarse señales de R.F. se acostumbra a emplear voltímetros electrónicos, aparatos de los que nos ocuparemos más adelante. No obstante, algunos multímetros vienen provistos de elementos con los cuales pueden medirse esas tensiones, y por ello debemos mencionar el procedimiento empleado.

Lo primero que debe tenerse en cuenta es que las corrientes de alta frecuencia no circulan por la masa de los conductores sino que lo hacen por su envoltura o perisferia; este hecho falsea totalmente las relaciones de las resistencias multiplicadoras, de modo que para este tipo de mediciones no podemos usar el voltímetro directamente sino que debemos primero rectificar la señal y medir después la tensión continua obtenida. Si la señal de R.F. que debe medirse tiene una componente continua, la misma debe ser eliminada y para ello basta colocar un capacitor en serie; por el mismo sólo pasa la componente alterna de alta frecuencia. Entonces, para mediciones de R.F. tenemos que colocar un rectificador adecuado.

La figura 63 nos muestra el esquema interno de una de las puntas de prueba especiales para R.F. que traen algunos multímetros. Vemos allí un capacitor C_1 en serie con la señal, destinado a separar cualquier componente continua que pueda tener la señal; *D* es el diodo rectificador y R_1 la carga en la que se desarrolla la tensión a

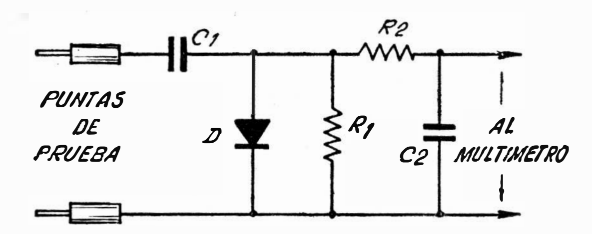


Fig. 63. — Puntas de prueba para mediciones de R.F.

medir, que ya es continua. Completa el conjunto un filtro formado por R_2 y C_2, para eliminar vestigios de R.F. Cuando hablemos de los multímetros prácticos volveremos sobre este detalle.

Día 5

Hemos estudiado los principios generales de las mediciones tanto en escalas como en diales, los que son aplicables a los diferentes tipos de aparatos de laboratorio. En la última jornada nos dedicamos a explicar el funcionamiento del multímetro, que es el aparato más utilizado en el taller y laboratorio de radio y TV; esas explicaciones fueron de carácter general, con los esquemas parciales que se emplean para las distintas clases de medición. Después de haber asimilado todo lo visto hasta aquí podemos empezar a ver aparatos reales, de los que se encuentran en plaza y con los que el lector trabajará.

En la presente jornada describiremos algunos de los más difundidos multímetros, y cabe hacer una recomendación. Las descripciones serán útiles para el que tenga el aparato ante la vista, y puede ir haciendo verificaciones de lo que se dice y mediciones de prueba de cada caso que se trate; la simple lectura de la descripción de un aparato no es suficiente para comprender su funcionamiento. Tome entonces el lector su multímetro y trate de asimilar las explicaciones realizando ensayos con cada una de las mediciones que se expliquen. Si el que tiene es de otra marca, debe tratar de asimilar las diferencias.

MULTIMETROS PRACTICOS

Cuando se quiere enseñar a manejar un multímetro se presentan algunos problemas. Cada aparato trae un folleto cuando se lo adquiere, pero el mismo muchas veces está en un idioma extraño a nuestro medio; otras veces ese prospecto se ha perdido; y finalmente, cuando lo tenemos y está en castellano, lo que dice es insuficiente para aprender a usar el aparato. Es imposible que hagamos la descripción y expliquemos el uso de todos los multímetros que puedan tener los lectores, ya que son innumerables. Para explicar el manejo elegiremos algunos entre los más difundidos en la actualidad y como hay bastantes similitudes, esperamos que con lo estudiado en capítulos anteriores, con lo que digamos en éste y con la observación del multímetro, puedan los lectores salir adelante.

Pero queda entendido que es indispensable tener un multímetro y usarlo mientras explicamos su uso. Hay que hacer mediciones usando todas las escalas, estudiando éstas, sus divisiones y hacer lecturas. Tomar resistores marcados y usar el óhmetro para ver si lo que leemos coincide o se acerca al valor marcado; los de alambre tienen sus valores bastante exactos y son ideales para hacer esas comprobaciones. En los receptores, amplificadores o televisores hay varias tensiones y corrientes disponibles para hacer mediciones y se recomienda especialmente conectar el multímetro en la forma correcta para comprobar cada una de las explicaciones.

Si no se tiene un multímetro, el problema cambia de aspecto; en primer lugar cabe preguntar el motivo por el cual se quiere aprender a usar un aparato que no se posee. Si se desea anticipar el aprendizaje a la posesión del instrumento, debemos advertir que no se entenderá suficientemente su manejo, por lo que cuando se tenga ya el aparato, debe releerse toda la explicación. Con esta premisa podemos encarar lo que sigue.

MULTIMETRO IMPERIAL MODELO TP-5H

Es éste un multímetro sencillo, que permite hacer una gran parte de las mediciones que se presentan en un laboratorio; tiene una buena resistencia interna, 20.000 Ohm por Volt en continua y 10.000 Ohm por Volt en alterna y pue-

den medirse tensiones y corrientes en continua, tensiones alternas, niveles de salida, resistencias y capacidades, todo ello en una caja de 9 × 13 cm. de panel frontar y 4 cm. de espesor, es decir un tamaño de bolsillo. Veamos sus posibilidades, rangos, lecturas y demás detalles.

Este aparato tiene solamente dos puntas de prueba, una roja que se inserta en el borne (+),

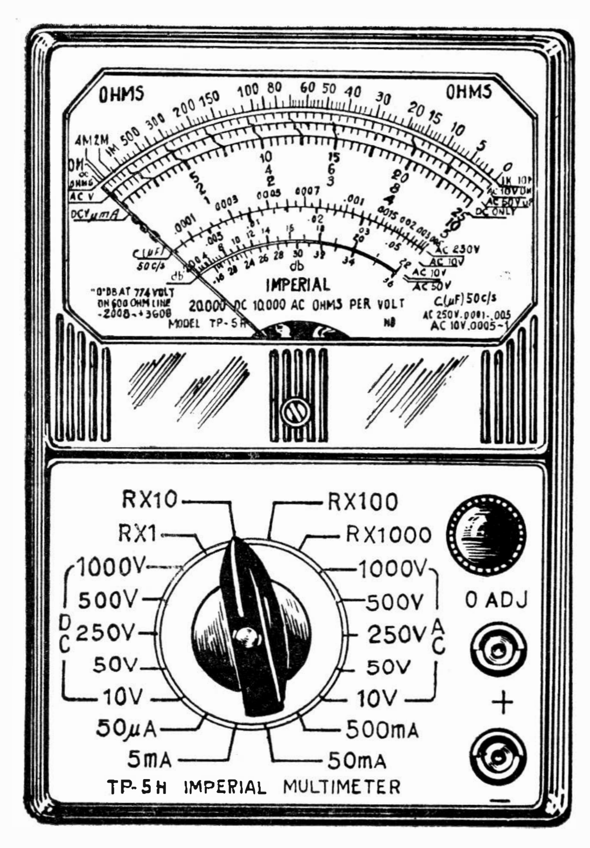


FIG. 64. — Panel frontal de multímetro Imperial modelo TP-5H.

que es el de la izquierda arriba, en el panel, y una negra que se inserta en el borne (—) que es el inferior a la izquierda, tal como podemos ver en la figura 64. Para los interesados en disponer del esquema interno, lo ofrecemos en la figura 65, con la lista de elementos que lo componen.

Medición de tensiones continuas

Se colocan las puntas de prueba en sus bornes y se aplican a los puntos del circuito de los que interesa saber la tensión que hay entre ellos; o sea que como voltímetro se conecta en paralelo con el circuito a medir.

Para tensiones continuas debemos hacer lecturas en la cuarta de las siete escalas que tiene el instrumento, y las numeramos a partir de arriba hacia abajo; en esa escala vemos tres hileras de cifras, una que termina en la cifra 25, otra en 10 y otra en 5. Los alcances en tensiones continuas están dados por la llave selectora, sector de la izquierda, de modo que para leer cifras de hasta 10 Volt de continua, colocamos la selectora en esa posición y leemos directamente en la segunda hilera de cifras. Para el alcance hasta 50 Volt pasamos la selectora a esa posición y leemos en la tercera hilera de cifras, multiplicando las lecturas por 10. Para el alcance de 250 Volt corremos la selectora y leemos en la primer hilera, multiplicando las lecturas por 10. La escala de 500 Volt está dada en otro punto de la selectora pero ninguna hilera llega hasta esa cifra; usamos la tercera hilera y multiplicamos las lecturas por 100. Y, finalmente, para valores de hasta 1.000 Volt corremos la selectora hasta esa cifra y usando la segunda hilera, multiplicamos las lecturas por 100.

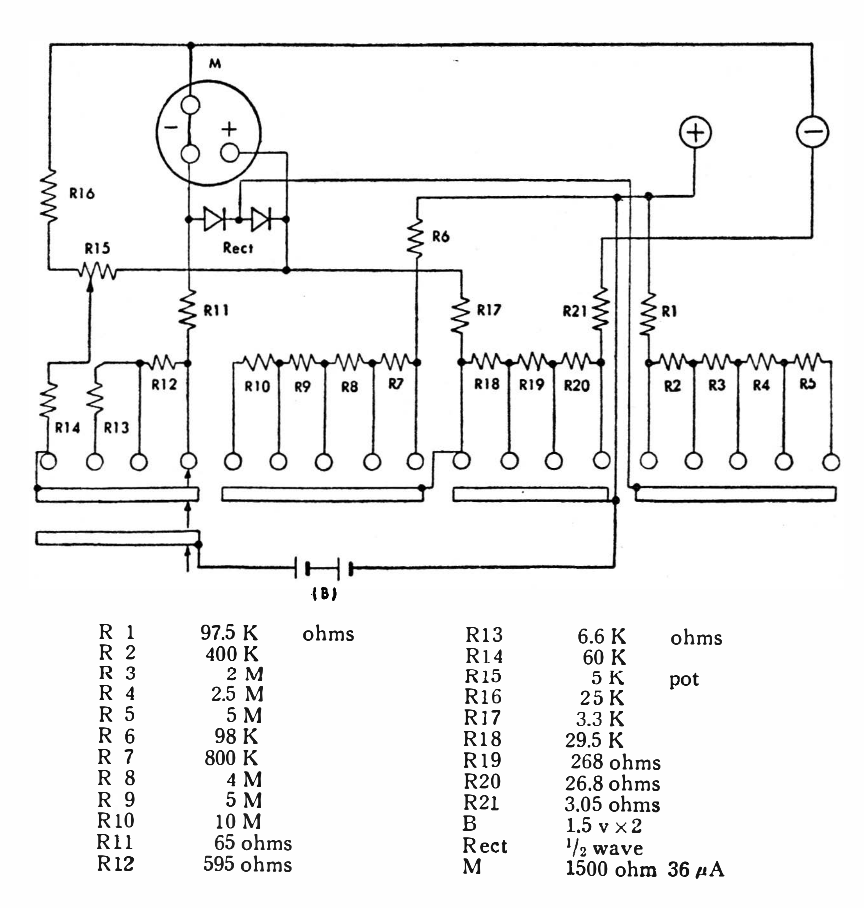
Medición de corrientes en continua

Los alcances de intensidad en continua están en las posiciones inferiores de la llave selectora y son cuatro. La escala para hacer lecturas es la misma que para tensiones, o sea la cuarta. Para el alcance de 50 μA conectamos las puntas de prueba en serie con el circuito a medir, como corresponde a mediciones de intensidad, corremos la selectora hasta la indicación de esa cifra y leemos en la tercer hilera de cifras, multiplicando las lecturas por 10. Para medir corrientes de hasta 5 mA corremos la selectora hasta el punto que indica esa cifra y leemos en la tercer hilera directamente. Para intensidades de hasta 50 mA corremos la selectora y en la tercer hilera tenemos las cifras a las que hay que multiplicar por 10. Finalmente, para el alcance de 500 mA, corremos la selectora y usamos la misma tercer hilera, pero multiplicando las lecturas por 100.

Medición de tensiones alternas

Las puntas de prueba quedan igual, salvo que en este caso no debemos preocuparnos de la polaridad de las mismas. Los alcances están indicados en la zona de la derecha en la llave selectora, pero hay que usar dos escalas, la segunda y la tercera, las cuales tienen un conocimiento lateral con respecto a la escala para tensiones continuas que fue explicado para la figura 55. Veamos las escalas y alcances.

Para lecturas de hasta 10 Volt de alterna usamos la segunda escala para fijarnos dónde se detiene la aguja, pero para hacer lecturas los números son los de las hileras correspondientes a la cuarta escala, y precisamente los de la segunda hilera de esa escala. La selectora estará marcando 10 VAC. Para lecturas de hasta 50 Volt en alterna corremos la selectora hasta esa posición



R 1	97.5 K	ohms	R13	6.6 K	ohms
R 2	400 K		R14	60 K	
R 3	2 M		R15	5 K	pot
R 4	2.5 M		R16	25 K	
R 5	5 M		R17	3.3 K	
R 6	98 K		R18	29.5 K	
R 7	800 K		R19	268 ohms	
R 8	4 M		R20	26.8 ohms	
R 9	5 M		R21	3.05 ohms	
R10	10 M		B	1.5 v × 2	
R11	65 ohms		Rect	1/2 wave	
R12	595 ohms		M	1500 ohm 36 μA	

FIG. 65. — Esquema interno del multímetro mostrado en la figura 64.

y usamos las divisiones de la tercer escala, pero leemos en la tercer hilera de cifras, multiplicando las lecturas por 10. Para alcance hasta 250 Volt, corremos la selectora y usamos la tercer escala, con lecturas en la primer hilera multiplicadas por 10. Siempre sobre la tercer escala tenemos el alcance hasta 500 Volt, usando la tercer hilera de cifras y multiplicándolas por 100. Y para el alcance de 1.000 Volt usamos la segunda hilera de cifras y multiplicamos las lecturas por 100.

No pueden medirse intensidades en alterna con este instrumento, cosa que, por otra parte, es común en la mayoría de los multímetros.

Medición de resistencias

En la parte superior de la selectora vemos que hay cuatro rangos para medir resistencias, y en la escala de Ohms, que es la primera de arriba, vemos que a la derecha tenemos el cero y a la izquierda una cifra máxima de 10M. Interpretemos que esa cifra significa 10 Kilohm, pues la fábrica en este caso ha usado la letra M como inicial de mil y no la cifra K que es la más común. Para hacer medición de valores de resistencia debemos siempre hacer un previo ajuste de cero Ohm uniendo las puntas de prueba y girando la perilla que está indicada como 0 *adj*, arriba a la derecha; giramos hasta que la aguja marca cero.

La escala es de lectura directa para el rango Rx1 y llega hasta 10 Kilohm. Para medir resistencias mayores pasamos la selectora a la posición Rx10 y las cifras leídas deben ser multiplicadas por 10, o sea que llegamos hasta 100 Kilohm. En la tercera posición de la llave tenemos

Rx100 y el alcance es hasta 1 Megohm, con lecturas multiplicadas por 100. Finalmente tenemos la cuarta posición del óhmetro, Rx1.000, en la cual multiplicamos las lecturas por esa cifra y podemos leer valores de hasta 10 Megohm.

Medición de niveles de audio

Cuando se desea medir la ganancia de una etapa o la salida de un amplificador, se procede a medir la tensión de audio a través de un capacitor, para eliminar la componente continua que puede tener la señal de audio. Luego, el instrumento se conecta en la forma que muestra la figura 66, con un capacitor de 0,1 mfd en serie con una de las puntas. Hay dos escalas que marcan decibeles y son la sexta y la séptima, y las puntas deben aplicarse sobre una impedancia de 600 Ohm, tal como lo señala el aparato al costado de su escala. Como no siempre la impedancia de salida de un amplificador es de 600 Ohm, más adelante, cuando nos ocupemos de otro multímetro, daremos una tabla de conversión para poder hacer mediciones sobre distintas impedancias.

Para medir niveles comprendidos entre —20 dB y +22 dB hacemos uso de la sexta escala y colocamos la selectora en la posición correspondiente a 10 Volt de alterna, haciendo lectura directa. Para niveles mayores, desde +16 dB hasta +36 dB usamos la séptima escala y la selectora la corremos hasta 50 Volt de alterna. Recordemos que si la conexión de la figura 66 se hace sobre una impedancia diferente a 600 Ohm, debemos usar la tabla de adiciones que veremos para el multímetro Hansen.

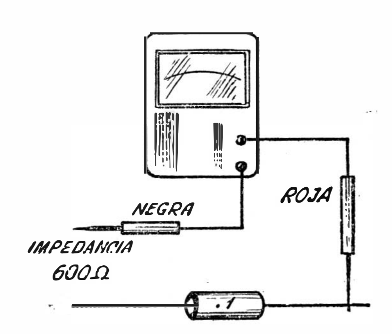


FIG. 66. — Forma de conectar el multímetro TP-5H para medir niveles de audio.

Medición de capacidades

Para lecturas de capacidades de capacitores hay una escala con dos hileras de cifras, una encima de ella y otra debajo; es la quinta escala a partir desde arriba. En la hilera superior leemos cifras desde 0,00005 mfd hasta 0,005 mfd y en la hilera inferior tenemos desde 0,005 hasta 0,1 mfd. Pero para hacer medición de capacidades hay que seguir un procedimiento que difiere de los anteriores.

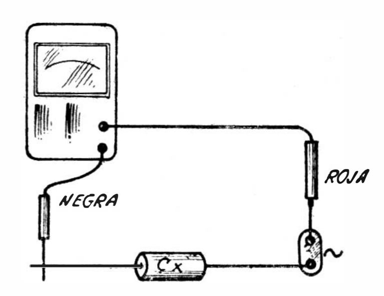


FIG. 67. — Forma de conectar el multímetro TP-5H para medir capacidades.

Lo primero que debemos hacer es conectar una fuente externa de tensión alternada en la forma como lo muestra la figura 67, o sea en serie con la punta roja y el capacitor en prueba; la punta negra va al otro terminal del capacitor. Esa fuente externa debe ser de unos 250 Volt de alterna para el caso de lecturas en la hilera superior de la quinta escala y de 5 Volt de alterna para la hilera inferior. Quiere decir que si deseamos leer capacidades pequeñas, conectamos una fuente de 250 Volt de alterna y ponemos la selectora en la posición 250 Volt de AC, leyendo las cifras en la hilera superior. Si las capacidades a medir son mayores, podemos usar una fuente externa de sólo 5 Volt de alterna, colocar la selectora en la posición 10 VAC, y leer las cifras en la hilera inferior de la quinta escala.

Es de hacer notar que las tensiones alternas que se piden para usar como fuente externa del capacímetro deben tener los valores exactos pedidos, porque en este multímetro no se ha previsto una regulación. Más adelante veremos que otros aparatos hacen trabajar al potenciómetro de ajuste de cero Ohm para medición de capacidades, y en ese caso la tensión externa no necesita tener el valor exacto pedido.

MULTIMETRO HANSEN MODELO F-N

Entre los multímetros más completos que se encuentran en plaza en estos momento, el Hansen modelo F-N es uno de los que ha tenido ma-

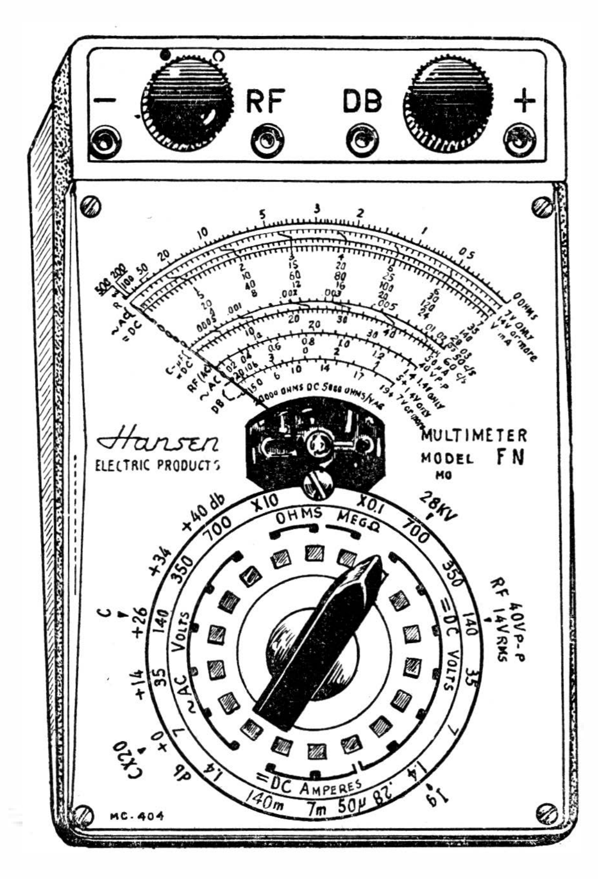


Fig. 68. — Panel frontal del multímetro Hansen modelo F-N.

yor aceptación por parte de armadores y reparadores; su tamaño y peso reducidos, su alta resistencia por Volt y sus amplias posibilidades de medición justifican esa preferencia. Explicaremos su funcionamiento y usos basándonos en lo que se ha visto en los capítulos anteriores.

La figura 68 nos muestra el Hansen F-N de frente y podemos apreciar que tiene una gran cantidad de escalas en la parte superior; más arriba hay dos perillas, la de la izquierda que tiene la misión explicada para la figura 62, es decir inversión de polaridad y punto muerto en el centro y la de la derecha que mueve el potenciómetro de ajuste de cero Ohms. También allí arriba hay cuatro bornes de enchufe, a saber: el primero a la izquierda es el negativo o retorno general, el segundo es para mediciones de R.F., el tercero para niveles de salida o decibeles y el cuarto es el positivo general. La resistencia interna de este instrumento es de 20.000 Ohm por Volt para mediciones en continua y 5.000 Ohm por Volt para alterna.

En el centro del panel vemos el tornillo de ajuste de la aguja para llevarla al cero de la escala, según se explicó en la figura 12. Más abajo se puede ver la llave selectora general, que hace los cambios necesarios para los diversos tipos de mediciones; por ser el panel frontal de material acrílico transparente, puede verse el interior de esta llave cuando el patín hace contacto con los diversos puntos de conmutación.

Aparte, en la caja que le sirve de envase, vienen unas cuantas puntas de prueba, que son: un par de puntas comunes, roja y negra; una punta roja para mediciones en alta tensión, hasta 3,5 KV; una punta gris para muy altas tensiones, hasta 28 KV; una punta también gris, denominada IG, para mediciones en R.F. y una sonda para R.F.

En el interior tiene una batería de 22,5 Volt para el óhmetro de altas resistencias y dos pilas tipo 915, en paralelo, para el óhmetro de bajas resistencias. La figura 69 da el esquema interno de conexiones y los valores de sus componentes. Veamos ahora sus posibilidades.

Medición de tensiones continuas

Usando la punta de prueba roja común, tiene 7 rangos de tensiones continuas: la primera va de cero a 0,28 Volt; la segunda hasta 1,4 Volt; luego tenemos las de 7 Volt, de 35 Volt, de 140 Volt, 350 Volt y 700 Volt. La escala en que de-

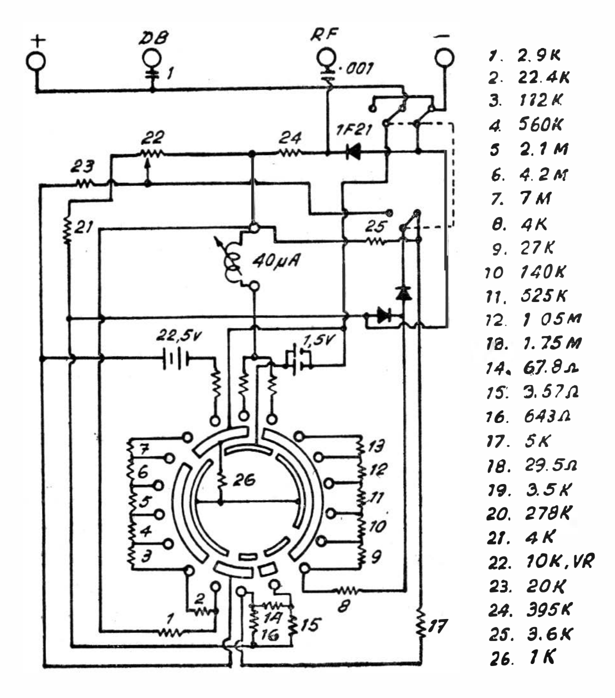


Fig. 69. — Esquema de conexiones del multímetro mostrado en la figura 68.

bemos leer las tensiones es la cuarta comenzando desde arriba y los números indicadores están repartidos en cuatro hileras, marcando al final de las mismas las cifras 7 - 35 - 140 y 28; claro que esas cifras sirven para los siete rangos de tensión, pues la hilera que termina en 7 sirve para las escalas de 7 Volt y 700 Volt, pues en el segundo caso no hay más que multiplicar las lecturas por 100. La hilera de 28 nos marca directamente centésimas de Volt para el primer rango que mencionamos. La hilera de 140 sirve para lecturas directas en el quinto rango y divididas por 100 nos dan el segundo rango. La escala que termina en 35 sirve para leer directamente en el rango de 35 Volt y multiplicando las lecturas por 10 nos dan el rango de 350 Volt. Como vemos, en este aspecto no tendremos ninguna dificultad.

Mientras el instrumento no se usa, la llave inversora de polaridad debe tener su punto blanco ubicado en el centro de los puntos blanco y negro de la caja; cuando vamos a usarlo, y suponemos que queremos medir tensiones como lo hemos explicado, pasamos a girar la perilla hasta que se enfrenten su punto blanco con el punto blanco de la caja; esta es la polaridad normal o directa; cuando se indique polaridad inversa el punto blanco de la perilla debe coincidir con el punto negro de la caja. Esta explicación es válida para las otras mediciones que se hagan con el instrumento.

Medición de altas tensiones continuas

Para aumentar el alcance de tensiones continuas superando los 700 Volt que era el máximo que teníamos, cambiamos la punta roja común por la otra roja que tiene la leyenda 1,4 KV DC — 3,5 KV AC, que, como es fácil adivinar, se refiere a alcances de 1.400 Volt en continua y 3.500 Volt en alterna. La selectora la colocamos en el punto 700 Volt y para las lecturas usamos la hilera de números que termina en 140, debiendo multiplicar por 10 dichas lecturas.

Para aumentar aún más el alcance hay otra punta de prueba más grande que tiene mango negro y cuerpo gris, con la inscripción 28 KV. La particularidad de esta punta es que tiene cuatro cables; para usarla debemos retirar las dos puntas de prueba comunes y no solamente la roja como hacíamos para el alcance de 1.400 Volt. Estando libres los dos bornes extremos, enchufamos en ellos los plugs rojo y negro en el (+) y (—) respectivamente; luego, el cable con una clip cocodrilo forrado en rojo lo conectamos al mismo plug rojo que está enchufado en el borne (+) y el clip cocodrilo forrado en negro lo conectamos al chasis del aparato que te-

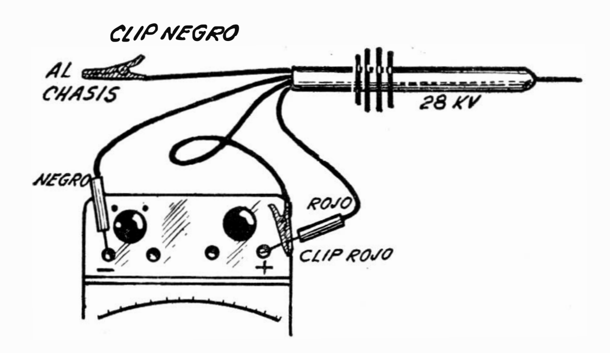


Fig. 70. — Forma de medir altas tensiones continuas con el F-N.

nemos en prueba. Como la explicación precedente puede resultar insuficiente, mostramos la conexión de esta punta de prueba de 28 KV en la figura 70. Hacemos notar que la llave selectora debe colocarse en la posición de 140 Volt c.c. y el rango de medición que se obtiene es de 7.000 Volt de continua, de modo que las lecturas hay que hacerlas en la primera hilera de cifras que termina en el número 7 y multiplicarlas por 1.000.

Y, finalmente, para mediciones de tensiones continuas de hasta 28 KV hay que usar la misma punta de prueba especial antes mencionada, pero cambiando únicamente el cable que termina en un clip cocodrilo rojo, el que ahora lo debemos colocar presionando sobre el plug negro, tal como se ve en la figura 71. La selectora de rangos la llevamos al punto 700 Volt, y las

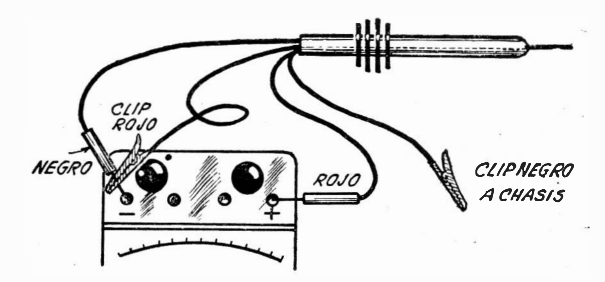


Fig. 71. — Forma de medir muy altas tensiones con el F-N.

lecturas las hacemos en la escala de tensiones, pero usando la última hilera, que termina en la cifra 28 y multiplicando esas lecturas por 1.000.

Medición de tensiones alternas

Como es común en los multímetros, la intercalación de rectificadores sólidos en el esquema interno permite hacer medición de tensiones alternas, según el principio visto en la figura 53. Las escalas para leer tal tipo de tensiones están ubicadas en este multímetro un poco más arriba de la de tensiones continuas, y son la segunda, comenzando de arriba para el rango de 7 Volt y la tercera para el de 14 Volt o mayores. Para el rango de 1,4 Volt hay una escala especial aparte, y es la séptima comenzando desde arriba, que tiene al final la leyenda: *1.4 V only*, es decir, solamente 1,4 Volt.

Para todas las escalas mencionadas se usan las puntas de prueba comunes, roja y negra, enchufando sus plugs en los bornes (+) y (—), respectivamente. Nótese que las escalas para tensiones alternas tienen el desplazamiento que se explicó en la figura 55, pero los números que usamos para leer son las mismas hileras que usamos para tensiones continuas, usando los coeficientes 10 ó 100 según sea necesario. El rango de 1,4 Volt tiene lecturas directas en la séptima escala; el rango de 7 Volt tiene lecturas directas en la segunda escala, con las cifras de la primer hilera de c.c.; el rango de 35 Volt se lee en la tercer escala con las cifras de la segunda hilera; el rango de 140 Volt se lee en la tercer escala con las cifras de la tercer hilera; el rango de 350 Volt se lee en la tercer escala con las cifras de la segunda hilera multiplicadas por 10, y, finalmente, el rango de 700 Volt se lee en la tercer escala con las cifras de la primer hilera multiplicadas por 100.

Para medir tensiones alternas superiores a 700 Volt tenemos dos posibilidades. La primera es utilizar la punta de prueba roja que tiene la indicación 1,4 VDC — 3,5KVAC, que nos permite medir hasta 3.500 Volt de alterna. La punta negra común queda en el borne (—) y la roja especial que mencionamos reemplaza a la común en el borne (+). La selectora va a la posición 700 Volt de alterna y la escala que usamos es la tercera, con lecturas en la segunda hilera multiplicadas por 100.

Para medir tensiones hasta 28.000 Volt de alterna usamos la punta especial de cuatro terminales, marcada 28 KV y la conectamos en la forma indicada en la figura 70, es decir como para mediciones de 1,4 KV de continua. La selectora la colocamos en la posición de 700 Volt de alterna y usamos la tercer escala con lecturas en la última hilera multiplicadas por 1.000.

Medición de intensidades de corriente

Como medidor de intensidades de continua, este instrumento nos brinda tres rangos; el primero es de cero a 50 microamper, el segundo va hasta 7 miliamper y el tercero hasta 140 mA., cuyas posiciones en la selectora las vemos en su parte inferior; nótese que la posición 50 microamper coincide con la que corresponde a 0,28 Volt de continua.

Para usarlo como miliamperímetro colocamos en los bornes (+) y (—) las puntas comunes roja y negra respectivamente, y se debe conectar en serie con la parte del circuito cuya corriente se desea medir, haciendo entrar la corriente por la punta roja y salir por la negra.

En el rango de 50 microamper, la escala a leer es la sexta, y es de lectura directa. Para los rangos de 7 mA y 140 mA usamos la cuarta escala y tenemos lecturas directas en la primera y tercera hilera respectivamente.

Medición de resistencias

En su conexión como óhmetro el Hansen F-N nos brinda tres alcances de medición con una sola escala, la primera de arriba. En el primer rango medimos hasta unos 5.000 Ohms, pues las cifras de la escala deben multiplicarse por 10, tal como lo indica el primer punto de la izquierda de la selectora, en las posiciones correspondientes a resistencias. El segundo rango es aquel en el cual multiplicamos las lecturas por 1K, o sea por 1.000, y por consiguiente llegamos hasta 500 Kilohm; el tercer rango multiplica las lecturas por 0,1 Megohm o sea que alcanzamos cifras de hasta 50 Megohm. En la figura 68 la leyenda $\times$ 1 K quedó tapada por el tornillo de ajuste de cero.

Antes de hacer lecturas de resistencias en cada rango debemos unir los extremos de las puntas de prueba en corto, y ajustar la perilla de cero Ohm hasta que la aguja marque cero Ohms, extremo de la derecha en la primer escala superior.

Medición de resistencias muy elevadas

Se puede elevar el alcance de medición de resistencias en el Hansen F-N con una fuente externa de continua, que suministre una tensión del orden de 150 a 300 Volt, como puede ser la fuente de alimentación de un receptor común a válvulas. Esa fuente externa debe quedar en serie con la interna del multímetro, para lo cual seguimos las indicaciones dadas en la figura 72. Para las mediciones quitamos la punta de prueba común roja y usamos la especial de color

gris, marcada con la sigla IG. Como esta punta tiene dos cables que se distinguen por el color de sus plugs, el marrón lo enchufamos en el borne (+) y el gris en el borne marcado DB. El borne (—) lo unimos al negativo de la fuente externa con la punta común negra.

Las conexiones a seguir se indican en la figura 72, pero para hacer el previo ajuste de cero suprimimos el resistor en prueba Rx y tocamos con el extremo de la punta el negativo de la fuente externa; en estas condiciones giramos la perilla de cero Ohm hasta conseguir que la aguja marque el extremo derecho de la primer escala superior. Luego insertamos el resistor en prueba y multiplicamos las lecturas por 1 Megohm, o sea que tenemos un alcance de 500 Megohm.

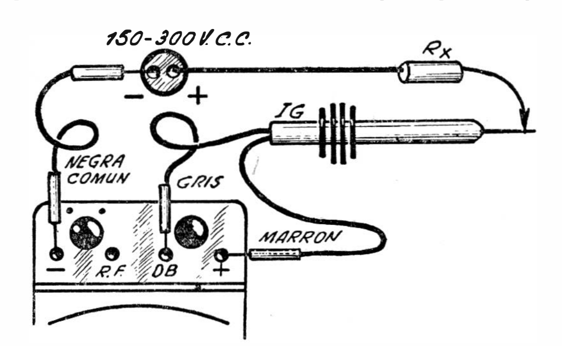


FIG. 72 — Forma de medir resistencias muy elevadas con el F-N.

Medición de tensiones de R.F.

Para mediciones de tensiones de R.F. este multímetro trae una sonda especial de color rojo, que vemos en la figura 73. Se enchufa en el borne marcado R.F. y una lengüeta que tiene le impide movimientos laterales; con la punta extrema se toca en el punto vivo donde se quiere medir la tensión de R.F. La punta de prueba roja queda sin usar y la negra se enchufa en el borne (—) y se conecta a chasis del equipo en prueba. Hasta aquí las puntas de medición, que nos quedan una sin cable y la otra con cable a masa. La selectora va en la posición correspondiente a 140 Volt de continua, posición que tiene afuera las leyendas 40 Volt p-p y 14 Volt rms. La escala a usar es la séptima comenzando desde arriba y tiene en su extremo la indicación 40 Volt p-p. Para comprender la relación que hay entre las cifras 40 y 14, veamos la figura 74, que nos muestra un ciclo completo de una señal de R. F. El valor rms corresponde a lo que nosotros llamamos *valor eficaz,* y vale 0,7 del valor de cresta; luego, 14 Volt rms equivalen a 20 Volt de pico o cresta y a 40 Volt de pico a pico. Como la escala está graduada en 40 divisiones, nos da lecturas de valores pico a pico hasta 40 Volt, que podemos convertir en valores eficaces o rms. dividiendo esas lecturas por 2,8 o multiplicándolas por 0,35.

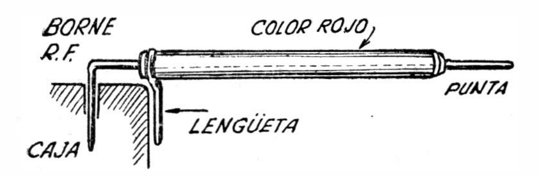


FIG. 73. — Punta de prueba para medición de R.F. en el multímetro F-N.

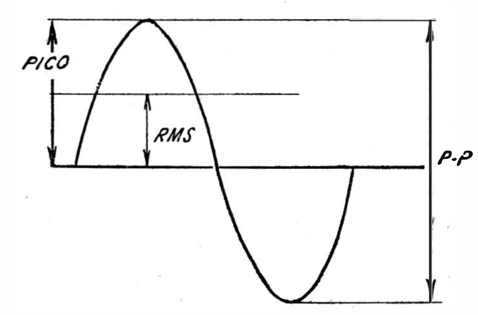


FIG. 74. — Comparación entre los valores pico a pico, RMS y cresta o pico.

Tensiones de continua con R.F.

Cuando la tensión continua que debe medirse tiene superpuesta una señal de R.F. la medición de esa tensión no debe hacerse como se explicó para tensiones continuas comunes, sino que hay que reemplazar la punta de prueba roja común por la gris marcada IG, la cual la conectaremos, mediante sus dos plugs, como se indicó en la figura 72. La punta negra común va al borne (—), como siempre. Por supuesto que la fuente externa y el resistor en prueba que teníamos en la figura 72 no aparecen ahora.

Debido a la presencia de la punta de prueba especial, no debemos colocar la selectora en las posiciones que responden al alcance normal para tensiones continuas, sino que usaremos las siguientes posiciones:

Rango	*Posición selectora*
0 - 28 V.	1,4 V.
0 - 140 V.	7 V.
0 - 700 V.	140 V.
0 - 1.400 V.	700 V.

Con la expresa salvedad de que para los dos rangos finales, es decir 700 y 1.400 Volt debemos quitar la punta de prueba gris marcada IG y colocar en su lugar la punta de alta tensión roja marcada 1,4 KV DC, colocándola simplemente en el borne (+). Para los dos primeros rangos usamos la punta IG como se explicó.

Medición de corrientes de grilla

Usando la punta de prueba gris IG, conectada en la forma que vimos para la figura 72, enchufada en el borne (+) y la negra común en el (—), y tocando con ambas puntas los extremos del resistor de carga de grilla de una válvula, la punta viva a grilla y la negra a masa, se puede determinar el valor de la corriente de grilla.

Hay dos rangos de medición; el primero es para los casos en que el resistor de carga de grilla no supere el valor de 200 Kilohm, en cuyo caso se coloca la selectora de rangos en la posición 1,4 Volt. La corriente de grilla a plena escala tendrá un valor dado por el cociente:

$$28 / R_g$$

siendo R_g el valor del resistor de polarización; si tomamos ese resistor en Kilohm la corriente resulta en mA. Conocido el valor a plena escala podemos deducir fácilmente los valores parciales leídos.

El segundo rango es igual en cuanto al procedimiento, pero ponemos la selectora en la posición 7 Volt de c.c. y las mediciones son válidas para valores del resistor de grilla mayores que 200 Kilohm. El valor de la corriente de grilla a plena escala se calcula con el cociente:

$$140 / R_g$$

y se procede igual que en el caso anterior.

Medición de capacidades

El multímetro Hansen F-N también está preparado para medición de capacidades. El procedimiento empleado quedó explicado en la Fig. 6C. La fuente requerida es externa, de corriente alterna y de una tensión de 220 Volt, cifra que elegimos por comodidad, pues es la tensión de línea en nuestro medio. Las puntas de prueba son las comunes y se enchufan en los bornes extremos (+) y (—), según lo muestra la figura 75, con la salvedad que la perilla inversora de polaridad debe quedar marcando inversión.

Hay dos escalas directas en el multímetro, que son la quinta y la sexta; una es para los casos en que la frecuencia de la tensión externa sea de 50 ciclos y la otra para 60 ciclos; lógicamente, en nuestro caso utilizamos la quinta escala. La llave selectora para lecturas directas debe co-

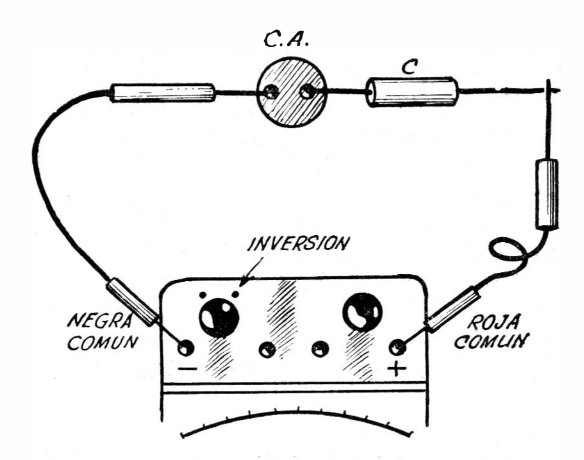


Fig. 75. — Forma de medir capacidades con el multímetro F-N.

locarse en la posición de 140 Volt de alterna, que tiene también la indicación *C*. Lo primero que debe hacerse es poner la aguja en su posición correcta; para ello, según el esquema de la figura 75, no conectamos el capacitor en prueba, es decir que colocamos las dos puntas en los bornes de la fuente externa y con la perilla de ajuste cero Ohm llevamos la aguja hasta el extremo final de la escala. Luego insertamos el capacitor y leemos su valor.

Para usar otro rango de capacidades, observemos que frente a la posición 7 Volt de alterna dice *C*x20; dejamos las conexiones como estaban y podemos medir allí capacitores más grandes. Con la primera posibilidad, rango directo, medíamos hasta 0,03 mfd; con este segundo rango medimos hasta 0,6 mfd, multiplicando las lecturas de la quinta escala por 20. Pero es importante destacar que tenemos que hacer un cambio y es que la fuente externa de alterna debe tener ahora un valor menor, una tensión de 5 a 6,3 Volt de alterna; el resto del esquema de la figura 75 queda igual.

Si se desea disponer de un rango mayor, digamos medir hasta 60 mfd, hay que usar el mismo punto *C*x20 de la selectora, la misma fuente externa de 5 a 6,3 Volt, pero colocar un resistor derivado sobre los plugs rojo y negro enchufados en los bornes (+) y (—). Ese resistor debe tener 333 Ohm, y mediante dos clips cocodrilo puede conectarse perfectamente en ambos plugs.

Las lecturas deben ser multiplicadas por 2.000, o sea por 2K. El resistor de 333 Ohm puede adquirirse directamente o utilizar tres de 1.000 Ohm en paralelo.

Medición de inductancias

Este multímetro brinda también la posibilidad de medir inductancias en dos rangos; el primero es de lectura directa en un gráfico, y abarca desde 10 hasta 5.000 Henry, es decir son valores grandes. El segundo rango tiene esos límites divididos por 100, o sea que abarca desde 0,1 hasta 50 Henry. El procedimiento es el mismo que se explicó para medir capacidades, y se usa la selectora en la posición 7 Volt de alterna. Las puntas son las comunes, conectadas en la forma que se vio en la figura 75. La fuente es de alterna, externa, y de una tensión de 5 a 6,3 Volt. El ajuste previo de la aguja se hace como lo explicamos para medición de capacidades y luego se conecta la inductancia en prueba en la misma forma como el capacitor *C* que teníamos.

Las lecturas las hacemos en la escala de capacidades para frecuencia de 50 c/s, o sea la quinta. Con el valor de capacidad leído vamos al gráfico de la figura 76 y entrando en el eje

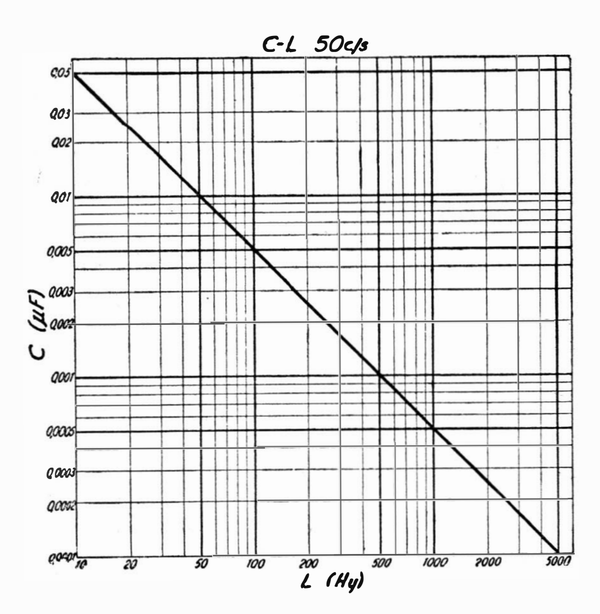


FIG. 76. — Gráfico para convertir valores de C en valores de L.

vertical nos corremos hasta la recta oblícua y bajamos al eje horizontal para leer la inductancia. Por ahora, leemos valores directos, o sea comprendidos entre 10 y 5.000 Henry.

Para el rango *L* × 0,01 o sea dividiendo los valores obtenidos por 100 usamos el mismo esquema, la misma posición de la selectora, pero colocamos derivada sobre los plugs de las puntas de prueba la resistencia de 333 Ohm que habíamos mencionado. El valor leído en la quinta escala se lleva al gráfico de la figura 76, leemos el valor de *L* en la escala horizontal y luego lo dividimos por 100.

Medición de niveles de salida

Para medir niveles de salida usamos las puntas de prueba comunes, colocando la negra en el borne (—) y la roja en el borne marcado DB; con esto, el capacitor que teníamos en la figura 59 queda intercalado dentro del aparato. Las escalas para lectura de decibeles son las dos últimas, con un solo arco que tiene el orden octavo en la escala general a partir desde arriba. Los números superiores son para la escala de 1,4 Volt de tensiones alternas y los inferiores para las restantes posiciones de tensiones alternas. Es de hacer notar que al pasar de una escala a otra en tensiones, se multiplican las cifras de una por un coeficiente para hallar los de la otra. En la medición de decibeles, para pasar de un rango al otro se suma una cantidad de decibeles a la cifra máxima del rango anterior, y la cifra a sumar está indicada por afuera de las cifras escritas en la llave selectora; así, vemos que en las posiciones correspondientes a 7 — 35 — 140 — 350 y 700 Volt encontramos que debemos usar las cantidades de decibeles 0 — 14 — 26 — 34 y 40, pues cada una de esas cifras tiene delante el signo +.

La fábrica especifica que las mediciones de niveles se hacen tomando la tensión alterna sobre una impedancia de 600 Ohm. Por ejemplo, en la posición 7 V de la selectora hacemos lecturas directas; en la posición 35 V a las lecturas que hacemos en la escala le debemos sumar 14 dB para tener el nivel real; en la posición 140 V, a las lecturas les debemos sumar 26 dB, y así siguiendo.

Cuando la impedancia sobre la cual conectamos el voltímetro de alterna no es de 600 Ohm, debemos corregir las lecturas; esta corrección, como siempre que se trate de niveles, es una cantidad fija a sumar a la lectura resultante, obtenida como se explicó antes. La tabla que sigue da las cantidades fijas a sumar para impedancias comunes en circuitos de audio; estas cantidades las debemos sumar después de haber hecho las adiciones indicadas en cada posición

de la selectora, o sea que se trata de otra suma más.

Impedancia real	*Sumar dB*
500	+8
16	+16
8	+19
5	+21
3,2	+27

Además de las posibilidades que hemos explicado, este multímetro tiene otras, como ser comprobación del estado de válvulas y semiconductores, verificación de circuitos cortados, etc., cuya técnica es similar a la que se emplea con otros multímetros y que se puede estudiar en los libros sobre service.

MULTIMETRO SANWA MODELO 305-ZTR

Se trata de un multímetro que tiene similares posibilidades que el anterior, y que es de mayor tamaño, y consecuentemente de mayor amplitud de escala. Los accesorios de que viene provisto no son tantos como en el Hansen, lo que indica que algunas de las operaciones que explicamos en el título anterior no podrán realizarse con este multímetro; no obstante, en el uso general de laboratorio el aparato cumple sus funciones sin inconvenientes. La amplia escala general está en la parte superior, tal como se ve en la figura 77, y hay seis bornes para las puntas de prueba. Los generales son los dos que se hallan abajo a la derecha, marcados con las indicaciones *común* (—) y (+). Arriba, junto a la escala, tenemos otros dos bornes, uno a la derecha con la indicación *10 A* (+) y otro a la izquierda que dice (—) *10 A*; estos bornes son para medir fuertes corrientes continuas. Los otros dos bornes que quedan son el que está abajo bien a la izquierda, que tiene la indicación (+) *OUT* y que en combinación con el borne (—) común sirve para medir niveles de salida; el otro está a la izquierda en el centro de la hilera de tres bornes y tiene la indicación (+) *DC 5.000 V*. Este borne, en combinación con el (—) general o común sirve para medir tensiones continuas de hasta 5.000 Volt.

En la parte inferior del panel tenemos la llave selectora y más arriba, en el centro de la escala tenemos el tornillo de ajuste de cero de la aguja. A la derecha de la llave selectora encontramos la perilla de ajuste cero Ohm. Viene con dos puntas de prueba comunes, una roja y otra negra. La negra se inserta siempre en el borne común (—); la roja en el borne (+) salvo que se especifique otro borne, como ser alta corriente, alta tensión o niveles de salida. La excepción de la punta negra es cuando se deben medir corrientes fuertes de hasta 10 Amper, en cuyo caso la punta negra no va en el borne común (—) sino en el marcado (—) 10 A, arriba a la izquierda. Para altas tensiones, hasta 5.000 Volt, ya se explicó que hay un borne especial para enchufar la punta roja, pero para medir hasta 25.000 Volt, se consigue una punta especial que se agrega en el extremo de

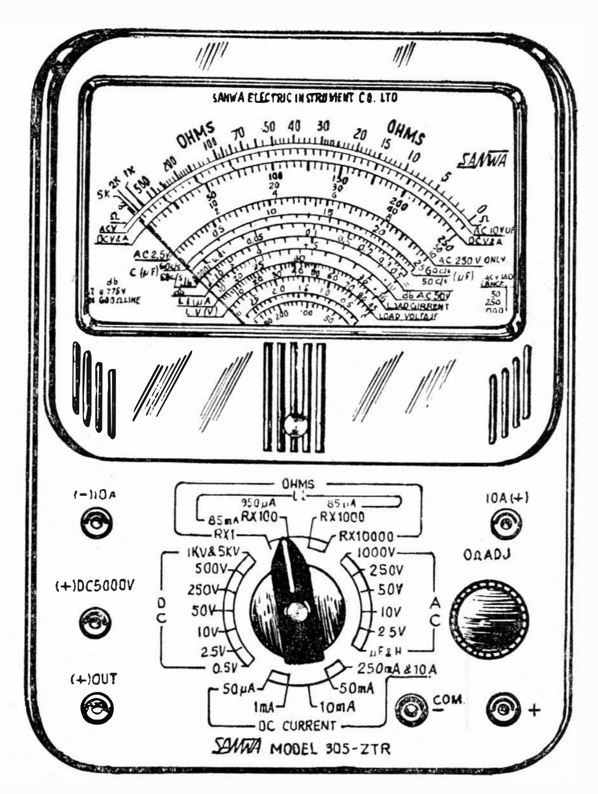


FIG. 77. — Panel frontal del multímetro Sanwa modelo 305-ZR.

la punta roja común, y colocando el conjunto en el borne de 5 KV se alcanza la cifra de 25 KV. Las baterías internas son dos: una de 22,5 Volt y otra con dos pilas de 1,5 Volt.

Rangos de medición

En tensiones de corriente continua este multímetro tiene los siguientes alcances: 0,5 — 2,5

— 10 — 50 — 250 — 500 y 1.000 Volt, con una resistencia interna de 20.000 Ohm por Volt. En el borne adicional se alcanza hasta 5 KV en la forma ya explicada y con el agregado de la punta especial, hasta 25 KV.

En tensiones de alterna sus alcances son: 2,5 — 10 — 50 — 250 y 1.000 Volt, con una resistencia interna de 4.000 Ohm por Volt. Vinculadas con estas escalas podemos medir tensiones de audio con alcances de 2,5 — 10 — 50 y 250 Volt, insertando un capacitor de 0,1 mfd en la punta roja y colocándola en el terminal marcado (+) OUT. Con la misma disposición de puntas podemos medir niveles de salida, en dos alcances, uno de —20 dB hasta +10 dB y otro desde +10 hasta +36 dB; adicionando decibeles podemos llegar hasta +62 dB, según veremos.

Para intensidades de continua tenemos los siguientes alcances: 50 µA — 1 — 10 — 50 y 250 mA; cambiando ambas puntas de prueba a los bornes para alta corriente, podemos medir corrientes entre 1 A y 10 A.

Como óhmetro el Sanwa tiene posibilidades de medir desde fracciones de Ohm hasta 50 Megohm en cuatro rangos; el primero es de lectura directa, indicado como R × 1 y los restantes se indican como R × 100, R × 1.000 y R × 10.000. Es de notar que usando el óhmetro para comprobar el estado de semiconductores, en las posiciones marcadas en la selectora de rangos como R × 1 a R × 1.000 hay indicaciones de valores de corrientes 85 mA, 850 µA y 85 µA, abarcadas por un lazo denominado LI. Esto está vinculado con las dos últimas escalas en el panel que son las de LI (corriente de carga, de *load current*) y tensión de carga (LV, de *load voltage*), esta última con rango de 0 a 3 Volt, pero con cifras decrecientes. La utilización de estos alcances será explicada más adelante.

Para medir capacidades e inductancias este multímetro está capacitado para hacerlo dentro de valores de 0,001 a 1 mfd y 0 a 1.000 Henry.

Mediciones comunes

Después de la explicación detallada dada para el multímetro anterior, no es necesario ahora repetir todo el proceso, pues sería en su mayor parte muy similar. Teniendo el multímetro a la vista el lector podrá observar bien sus 12 escalas, las que se usarán en combinación con puntos de la llave selectora que serán especificados en cada caso.

Comencemos por la medición de tensiones continuas. Usamos en todos los casos la tercera escala a partir de la primera superior, y vemos que sólo tiene tres hileras de cifras, con finales de 250 — 50 y 10 como cifras topes. Luego, la selectora nos da en la sección marcada como DC a la izquierda todos los alcances posibles. Para el de 0,5 V leeremos en la segunda hilera directamente en centésimos de Volt; por ejemplo una lectura de 25 significa 0,25 V o sea 25 centésimos de Volt. Para la de 2,5 V leemos en la primera hilera, dividiendo las lecturas por 100. Para el alcance de 10 Volt leemos directamente en la tercer hilera; para 50 V leemos directamente en la segunda hilera y para 250 V leemos directamente en la primer hilera. Ahora comienzan los múltiplos: para para la posición correspondiente a 500 Volt leemos en la segunda hilera multiplicando las lecturas por 10 y para el alcance de 1.000 Volt leemos en la tercera hilera multiplicando las lecturas por 100.

Cuando necesitamos el alcance de 5.000 Volt, cambiamos la punta roja de borne, colocamos la selectora en el mismo punto que para 1.000 V o sea en la posición 1 KV—5 KV y usando la segunda hilera multiplicamos las lecturas por 100. Cuando se deben medir tensiones de hasta 25.000 V debemos dejar la punta roja en el borne de 5 KV y la selectora en la posición 5 KV, y colocando la punta adicional para 25 KV en el extremo de la punta roja usamos la primera hilera de cifras, multiplicando las lecturas por 100.

Para tensiones alternas la única variante en la selectora es que se usan las cifras del sector de la derecha, marcado como AC. Las puntas comunes van en los bornes (+) y (—) y las escalas a usar son dos: para tensiones correspondientes a los rangos desde 10 V hasta 1.000 V, usamos la segunda escala, que se empalma con la tercera mediante el desplazamiento indicado en la figura 55; las lecturas las hacemos en las mismas hileras de tensiones continuas, con las mismas explicaciones sobre cifras, o sea lecturas directas para 10 — 50 y 250 V y lectura multiplicada por 100 para la escala de 1.000 V. Pero para tensiones alternas de hasta 2,5 V hay una escala aparte, con lectura directa, y es la cuarta a partir desde arriba.

Para intensidades de continua tenemos que usar la tercera escala, la misma que describimos para tensiones continuas, y la selectora ocupará alguna de las posiciones inferiores. Para 50 µA tenemos lectura directa en la segunda hilera; para 1 mA tenemos que dividir por 10 las cifras de la tercera hilera; para 10 — 50 —

250 mA tenemos lecturas directas en las tres hileras de cifras de la tercer escala.

Cuando debemos medir fuertes corrientes continuas cambiamos las puntas de prueba comunes, las pasamos a los bornes (+) y (—) 10 A, y siempre conectamos el multímetro en serie con el circuito, la selectora en la posición marcada 250 mA — 10 A y leemos directamente amperes en la tercera hilera de cifras.

Y como óhmetro tenemos en la parte superior cuatro posiciones para la selectora, con una sola escala en el panel, la primera de arriba. Las puntas de prueba son las comunes, colocadas en los bornes (+) y (—), como antes. Las lecturas son directas para el primer alcance, R × 1; para el segundo debemos multiplicar las lecturas por 100; para el tercero multiplicamos por 1.000 y para el cuarto multiplicamos por 10.000, llegando así hasta el alcance máximo de 50 Megohm, que resulta de multiplicar la cifra que aparece en el borde izquierdo, 5 K, por 10 K, resultando 50 M.

Hasta aquí, las mediciones que llamamos comunes por ser las que tienen hasta los multímetros más modestos, y que no requieren agregado de elementos externos al aparato, si exceptuamos la punta de prueba especial para muy altas tensiones. Ahora veremos las otras mediciones que pueden hacerse con el Sanwa 305—ZTR.

Mediciones en audio

Lo primero que debemos hacer es conectar un capacitor en serie con la punta roja, de un valor de 0,1 mfd; además, esa punta se quita del borne (+) y se coloca en el borne (+) OUT, de la izquierda. La negra queda en su lugar que es el (—) general. En estas condiciones se elimina la componente continua que puede tener la señal de audio y pueden medirse tensiones usando las escalas de alterna comprendidas entre 2,5 y 250 V.

Para medir niveles de salida hay dos escalas de lectura directa. La primera es la séptima, y abarca desde —20 hasta +10 dB, debiendo colocarse la selectora en la posición de 2,5 V de alterna. La segunda escala es la octava y va desde +10 hasta +36 dB, y la selectora debe estar en la posición 50 V de alterna. Si corremos la selectora a la posición de 250 V, usamos esa misma escala pero sumanos +14 dB a las lecturas, y si corremos la selectora a la posición 1.000 V, usamos la misma escala pero sumando +26 dB a las lecturas. Todo esto lo sabíamos por haberlo explicado para el multímetro anterior; las lecturas son válidas para impedancia de 600 Ohm, y para otras impedancias debe aplicarse la tabla dada para el Hansen.

Mediciones de C y L

Para medición de capacidades hay que disponer de una fuente externa de alterna de unos 5 hasta 6,3 Volt, la cual se conecta en serie con la punta roja y el capacitor a medir, tal como lo indica la figura 78. La selectora se coloca en

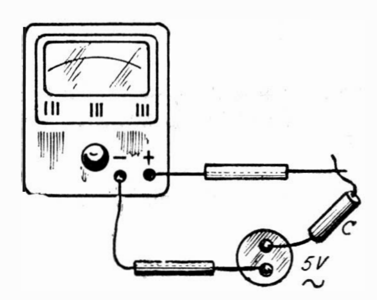


FIG. 78. — Forma de medir capacidades con el multímetro 305-ZR.

la posición marcada μF & H y la escala que usamos es la sexta, puesto que la quinta sirve para redes con frecuencia de 60 ciclos. Vemos que esa sexta escala va desde 0,001 hasta 1 mfd. Para hacer la medición, primero tenemos que tocar con la punta roja directamente en el borne superior de la fuente externa, sin colocar el capacitor en prueba; en esas condiciones, giramos la perilla de ajuste cero Ohm hasta que la aguja llegue al final de la sexta escala. Si la tensión externa no llega a 5 V la aguja no alcanzará esa posición extrema y si es mayor de 6,3 Volt adquirirá un temblequeo y no se logrará una posición fija. Luego, se inserta el capacitor en prueba según indicaciones de la figura 78 y se hacen lecturas directas en la sexta escala.

Para medición de inductancias se procede de idéntica manera como se indicó para capacidades, pero usamos la última escala del panel, la duodécima, ya que la undécima es para redes de 60 c/s. Allí tenemos lecturas decrecientes desde 1.000 Henry hasta cero. Las puntas y la selectora están igual que para medir capacidades.

Prueba de semiconductores

Para comprobar el estado de diodos y transistores se utilizan las puntas de prueba comunes, la roja en el borne (+) y la negra en el (—), corriendo la llave selectora a los puntos que corresponden a la serie LI, en la región del óh-

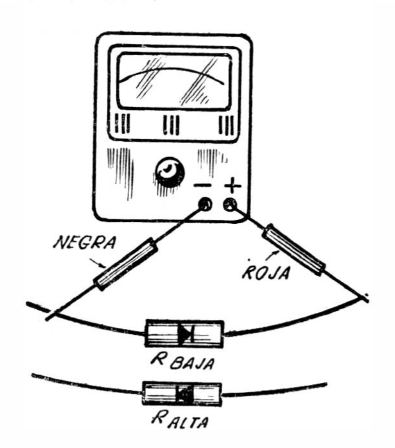


FIG. 79. — Forma de comprobar diodos con el multímetro 305-ZR

metro. Uniendo en corto ambas puntas de prueba, se procede a colocar la aguja en el cero Ohm mediante la perilla correspondiente. La lectura se hace en la escala LI dada en microamper.

La figura 79 indica la manera de proceder para comprobar diodos, colocando la selectora en la posición R × 1.000. La punta roja toca el cátodo y la negra toca el ánodo y se leerá una resistencia baja, del orden de 200 a 500 Ohm. Si invertimos el diodo, tocando con la roja el ánodo, leeremos una resistencia alta, del orden de 1 Megohm o más. En la escala LI podemos hacer lecturas de las corrientes directa e inversa. Para diodos de potencia las lecturas de corriente son mayores y puede resultar conveniente pasar a la escala de R × 100, a efectos de leer las corrientes antes mencionadas.

Para probar el estado de transistores veamos la indicación de la figura 80 que nos muestra

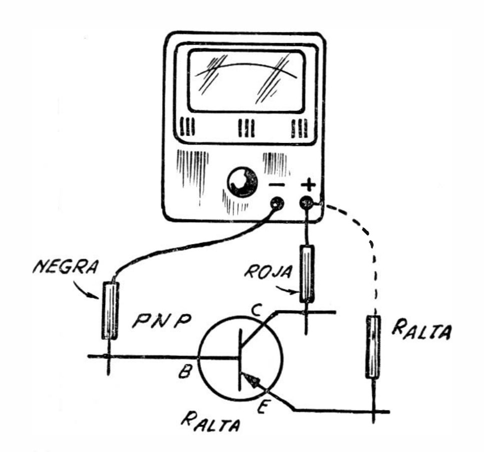


FIG. 80. — Forma de comprobar transistores tipo PNP, para indicación de alta resistencia.

la prueba de uno del tipo P-N-P. Con la punta negra tocamos la base y con la roja tocamos primero el colector y luego el emisor, obteniendo en ambos casos una resistencia alta, del orden de varios Megohm; invirtiendo las puntas de prueba, siempre con el transistor P-N-P, vemos en la figura 81 que tocando con la roja en la base y con la negra en el colector primero y en el emisor después, se obtienen lecturas de baja resistencia, del orden de los centenares de Ohm. Para transistores de potencia las lecturas son algo más bajas que las cifras mencionadas.

Si se trata de transistores N-P-N los resultados son inversos, o sea que con las indicaciones de la figura 80 se obtienen bajas resistencias y con las de la figura 81 resultan altas resistencias, con las cifras antes especificadas.

En la escala LI se pueden tomar corrientes directamente, en lugar de basarse en lecturas

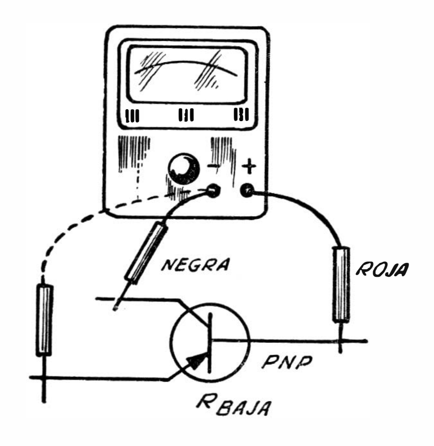


FIG. 81. — Forma de comprobar transistores PNP para indicación de baja resistencia.

de resistencia, pero esto es un detalle que dejamos a cargo del usuario. Las explicaciones dadas son válidas para los otros modelos de multímetros, puesto que en realidad estamos usando un óhmetro para comprobar el estado de las junturas de diodos y transistores, y ello puede hacerse con cualquier tipo. Los alcances de las escalas LI o sea de corrientes de carga están indicadas en las tres posiciones de la selectora, y las lecturas se hacen en forma directa en la novena escala para las cifras de 85 y multiplicadas por 10 para la cifra 850. Si se desean leer al mismo tiempo las tensiones de carga en el semiconductor, leeremos las cifras en la décima escala, la indicada como LV o sea *load voltage,* que tiene su numeración decreciente desde 3 hasta 0 Volt.

Día 6

Ha transcurrido una jornada intensa destinada al conocimiento de algunos multímetros muy difundidos en la actualidad y de cada uno de ellos había mucho de qué hablar, si nos atenemos al objetivo trazado; pretendemos que los lectores aprendan a conocer y usar el instrumental de laboratorio de radio y TV y para lograrlo hay que estudiar y practicar cada una de las posibilidades que se presentan. Hemos afirmado antes que el multímetro es el aparato más importante o por lo menos el básico, que no debe faltar para iniciarse en mediciones de laboratorio; veremos que en muchas ocasiones ese aparato no nos sirve y hay que usar otros. Eso no quiere decir que podamos prescindir del multímetro, sino que debemos ir completando el laboratorio en la medida de nuestras posibilidades.

Para seguir un orden lógico, continuaremos con la serie de aparatos de medición, o sea los que tienen escala y aguja móvil, los que generalmente parten de un miliamperímetro que se combina de diferentes maneras en un circuito para realizar mediciones de magnitudes que no sean la intensidad de corriente; eso ya lo vimos para los multímetros, y ahora lo estudiaremos para los voltímetros electrónicos, nuestro tema de hoy. Con las frases de introducción que preceden, pasamos a la materia en estudio.

VOLTIMETROS ELECTRONICOS

La sola lectura del título nos dice que estudiaremos un aparato capaz de medir tensiones y que ese aparato tendrá dispositivos electrónicos, como ser válvulas o semiconductores en su interior. Y claro, surge una pregunta que es lógica: ¿si hemos estudiado que con el multímetro podemos medir toda clase de tensiones, para qué queremos otro aparato que sirve para lo mismo? Para responder a esa pregunta tenemos que hacer unas consideraciones previas.

En circuitos o instalaciones eléctricas se emplean aparatos de medición más simples que en radio y TV, debido a que los equipos no son tan complejos, no tienen tantos componentes y no se necesitan saber tantas cosas para comprobar el funcionamiento. Ahora pensemos en un televisor y tratemos de memorizar a grandes rasgos su esquema general; hay allí señales de diversas amplitudes, formas de onda, con inyección de impulsos diferentes, moduladas en amplitud y en frecuencia; hay tensiones de fracciones de Volt y otras que llegan a 15 ó 20 Kilovolt; hay, en fin, una variedad de magnitudes a medir que casi es imposible enumerar sin olvidarse de unas cuantas. Entonces, un juego de aparatos de un laboratorio eléctrico no nos serviría para hacer mediciones en un televisor.

Y el multímetro, aparato que servía bastante bien en circuitos de radio, ¿sirve en todos los casos?, ¿sirve en TV?, ¿no habrá mediciones que no se pueden realizar con él? Hay muchas ocasiones en TV, y aun en radio, en que no nos sirve el multímetro, pero para demostrarlo acudiremos a un ejemplo sencillo que no nos dejará lugar a dudas. Tomemos la figura 82 que muestra dos resistores en serie, conectados a un circuito que tiene una tensión de 100 V.

Queremos medir la tensión que existe entre extremos del resistor inferior y no nos sirve la consideración de que, si los dos resistores son iguales, en cada uno tendremos 50 Volt, porque en el circuito se hacen mediciones y no cálculos para saber los valores de las magnitudes reales. Entonces, para medir esa tensión, la que hay entre *B* y *C*, aplicamos un voltímetro común,

digamos un multímetro económico de 1.000 Ohm por Volt, exagerando un poco de intento para que la demostración sea más convincente.

Cuando conectamos el voltímetro para medir la tensión entre *B* y *C*, estamos conectando una resistencia en paralelo con R_2. El valor de esa resistencia lo conocemos, pues seguramente hemos colocado la selectora del voltímetro en el alcance de 100 V y entonces tiene 100 × 1.000 = 100 Kilohm. Resulta que tenemos ahora dos resistores en paralelo, uno de 400 K con otro de 100 K. Las leyes de los circuitos eléctricos nos dicen que el valor combinado se encuentra multiplicando los dos valores y dividiendo por la suma; realizando operaciones encontramos que entre *B* y *C* tenemos 80 Kilohm. Como entre *A* y *B* tenemos R_1 con 400 K, la tensión total de 100 Volt se reparte en forma proporcional a los valores de resistencia, y resulta que entre *A* y *B* habrá 83,4 Volt y entre *B* y *C* habrá 16,6 Volt. ¿Es cierto eso? ¡NO!, cuando no está el voltímetro sabemos que hay 50 Volt arriba y 50 Volt abajo, y cuando está el voltímetro el conjunto sufre una distorsión enorme, a tal extremo que la lectura que nos da 16,6 Volt

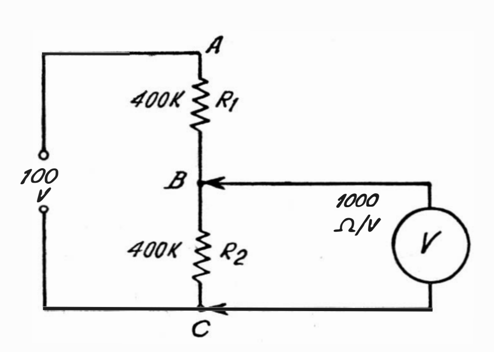


FIG. 82. — Demostración de los inconvenientes que presenta la resistencia interna del instrumento en ciertos circuitos.

no nos sirve para nada. Claro que si hubiéramos usado un multímetro de 20.000 Ohm por Volt las cosas no serían así, pero si los resistores R_1 y R_2 fueran más grandes, también se produciría el caso.

Veamos ahora lo que ocurre si disponemos de un voltímetro que tenga una resistencia interna de 10 Megohm, por ejemplo, lo que vemos en la figura 83. Haciendo el cálculo de los dos resistores en paralelo, el de 400 K y el de 10 M nos resulta 384 K y haciendo la proporción de tensiones encontramos que el aparato especial nos indicará 49 Volt entre *B* y *C*, valor casi exactamente igual a los 50 Volt que hay cuando el aparato no está.

Resulta entonces que cuando se debe medir una tensión en circuitos de alta impedancia se necesita un instrumento que tenga una impedancia de entrada muy grande. Además, para

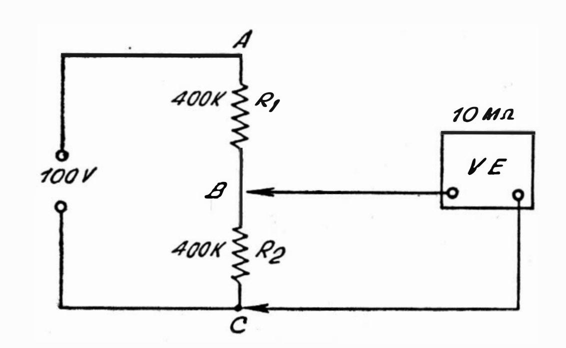


FIG. 83. — El mismo circuito anterior no presenta esos inconvenientes con un voltímetro electrónico.

medición de tensiones de R. F., siempre es conveniente rectificar primero y medir después, y para eso el aparato especial que hemos mencionado es el indicado. Estamos ya refiriéndonos al *voltímetro electrónico.*

Si pensamos que una válvula tiene en su circuito de entrada una impedancia muy grande, nos daremos cuenta que si aplicamos la tensión a medir al circuito de entrada de la misma, no estamos insertando en el circuito una resistencia relativamente baja como para que ocurra algo similar al caso de la figura 82, sino que estamos en el caso de la figura 83. Primitivamente, por la razón de emplear válvulas, los aparatos de este tipo se llamaron voltímetros a válvula, pero en la actualidad se prefiere la denominación de voltímetro electrónico, ya que hoy en día no siempre se emplean válvulas, pues hay otros elementos similares. En resumen, hemos demostrado la necesidad, para muchos casos de mediciones en circuitos, de un voltímetro que tenga una resistencia interna muy elevada, de varios Megohm, y vamos a estudiar tal aparato.

El voltímetro a diodo

El tipo más sencillo de voltímetro electrónico es el que emplea un diodo, tal como se ve en la figura 84. Se trata de medir la tensión de R. F., que hemos denominado *e*, y para ello conectamos la resistencia *R* de valor tan elevado como se quiera, para que su inclusión no afecte al circuito donde se encuentra *e*. Entre extremos de *R* colocamos un diodo y en serie con el mismo un miliamperímetro o microamperímetro para medir la corriente rectificada. El capacitor *C*

derivado sobre el instrumento sirve para integrar los semiciclos, y el instrumento nos indicará así la corriente de cresta. Ahora, multiplicando el

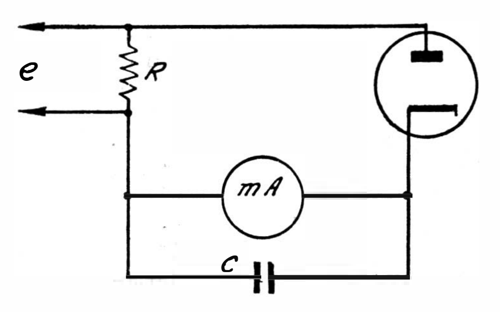


FIG. 84. — Esquema básico de un voltímetro electrónico a diodo.

valor de la corriente rectificada por la resistencia *R* se obtiene el valor de la tensión *e*, que será su valor de cresta.

Claro que no hay que estar haciendo operaciones en cada medición, pues la escala del microamperímetro puede estar graduada directamente en Volt de cresta. También podemos colocar una llave selectora que cambie distintos valores del resistor *R* y tener así varios alcances de medición. La válvula debe ser alimentada, pues tiene un filamento; necesitamos entonces una fuente de baja tensión o un transformador. No es nuestro objeto enseñar a construir aparatos de medición, de modo que hacemos la descripción de los principios en que basan su funcionamiento para que sirva de introducción a los aparatos reales de plaza.

El voltímetro a triodo

El voltímetro anterior consume corriente sobre el circuito a que se conecta y eso es inevitable. En muchos casos ese inconveniente lo hace inservible, de modo que se acudió a usar un triodo en lugar de un diodo. En el circuito de grilla un triodo no consume corriente si se cumplen ciertas condiciones, de modo que estamos frente a una solución. El circuito básico se ve en la figura 85. Veamos el funcionamiento.

La válvula triodo está polarizada en su placa y en su grilla mediante dos baterías; en la práctica no suelen usarse baterías, pero para la explicación ello no nos molesta. Habrá un valor de la corriente de placa que es acusado por el miliamperímetro que hay en su circuito. Si aplicamos a la grilla una tensión externa y ella es continua, la corriente de placa alterará su valor y esa alteración nos dice qué valor tiene la tensión aplicada a la grilla. Como la resistencia que tenemos en el circuito de grilla puede ser muy elevada, se cumple con el requisito que deben tener estos aparatos.

Si la tensión aplicada es alterna, sea o no de R. F., debido a la curvatura de las características de trabajo del triodo, también se produce una alteración en el valor de la corriente de placa, alteración que nos sirve para saber el valor de la tensión aplicada a la grilla. Claro, la fábrica de este tipo de aparatos debe graduar la escala en Volt de continua o de alterna, según los casos, y ello no representa ninguna dificultad.

Muchos voltímetros electrónicos se diseñan tomando un triodo como base, pero presentan el inconveniente de ser dificultoso el ajuste de cero, porque la corriente anódica no se mantiene muy constante. Además, las escalas que tienen son de divisiones muy diferenciadas y nunca lineales, y

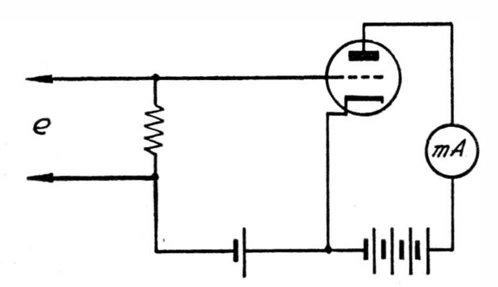


FIG. 85. — Esquema básico de un voltímetro electrónico a triodo.

todo ello ha hecho buscar otro tipo de principio para los instrumentos de este tipo destinados a laboratorios. Los mejores son los de puente en cualquiera de sus variantes.

Voltímetros electrónicos modernos

Entre los diversos tipos de voltímetros electrónicos modernos, describiremos el principio de uno que es muy usado en la actualidad, pues tiene ventajas sobre otros tipos. Por lo pronto, veamos el circuito en la figura 86 donde aparecen dos diodos y dos triodos; conviene emplear válvulas dobles porque se requiere que ambos elementos sean iguales entre sí.

A la entrada se aplica una tensión alterna *e* que es la que se quiere medir, y se inserta el capacitor *C* por si esa tensión tiene una componente continua. Esa tensión es rectificada por el diodo D_1 y aplicada a la grilla del triodo T_1, con lo que se alterará la corriente de placa del mismo y con ello la tensión en el punto *A* será distinta a la del punto *B*, ambos cátodos de los triodos. Si se aplicara señal al diodo D_2, ella quedaría transferida a la grilla del triodo T_2

y se alteraría la tensión en el punto *B*. Si las tensiones en grilla de ambos triodos son iguales y las corrientes anódicas también, entre *A* y *B* no hay diferencia de potencial y el microamperímetro que hay allí no marcaría nada. Pero si hay diferencia entre las tensiones de ambos cátodos, el instrumento acusa una corriente proporcional a esa diferencia de tensión. Luego, tenemos que la escala del instrumento será lineal; esta es la primer ventaja de este circuito.

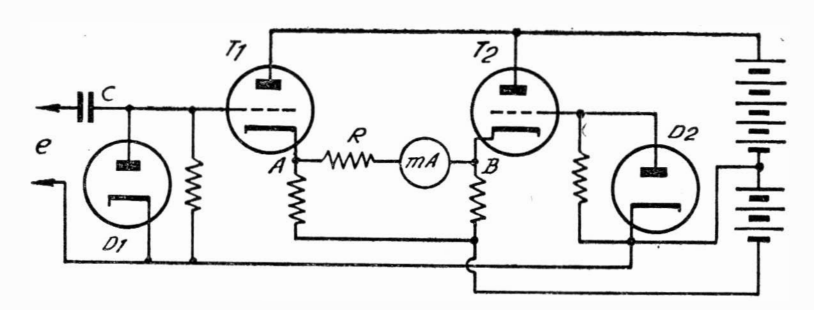


Fig. 86. — Esquema básico de un voltímetro electrónico a doble triodo.

El ajuste de cero se hace alterando la tensión anódica de uno de los triodos hasta conseguir que, en ausencia de tensión aplicada en *e*, las tensiones en *A* y *B* sean iguales. Para cambiar el alcance de medición se cambia el valor del resistor *R* en serie con el instrumento, como en todos los voltímetros y como la escala es lineal, no hay que dibujar varias escalas, pues basta una sola; ésta es la segunda ventaja.

El segundo diodo tiene otra misión accesoria; como en los voltímetros electrónicos se emplean resistencias de entrada muy elevadas, aparecen a la salida tensiones importantes producidas por la llegada a la placa de electrones acelerados. Esto produce fluctuaciones en el ajuste de cero y el diodo D_2 cumple una función balanceadora, pues esas tensiones fluctuantes aparecen en ambos triodos con igual valor y se neutralizan.

Obsérvese además, que el ajuste de cero no depende de las variaciones que se produzcan en la tensión de la fuente de alimentación, pues afectan por igual a ambos triodos; tercera ventaja. Además, el ajuste de cero se hace para cualquier alcance, y como al cambiar de alcance actuamos sobre la resistencia *R*, cambiándola por otra, ese ajuste no se alterará; cuarta ventaja de este tipo de circuito para voltímetro electrónico.

Y finalmente hablaremos de una quinta ventaja; la resistencia de entrada, que en este circuito puede hacerse muy elevada, de 5 a 10 Megohm, es la misma para todos los alcances, ya que para cambiar dicho alcance no actuamos sobre tal resistencia sino sobre otra que es *R* y que no está a la entrada del instrumento. Si cada alcance es un múltiplo exacto del anterior, puede usarse una única escala, ya que la misma es lineal; en esto se presenta un caso similar al que teníamos con las escalas de tensiones en los multímetros para continua.

Para medir tensiones alternas de baja frecuencia se aplican directamente los terminales de entrada, pero para R. F. se usa una punta de prueba especial. Como veremos, entre los voltímetros electrónicos prácticos hemos elegido precisamente uno que responde a este principio, el cual será descripto detalladamente.

A título ilustrativo, y antes de iniciar la descripción de un voltímetro electrónico detallado, veamos la figura 87 que nos muestra uno de los tantos modelos que se usan en los laboratorios. Esta figura nos permitirá definir los ac-

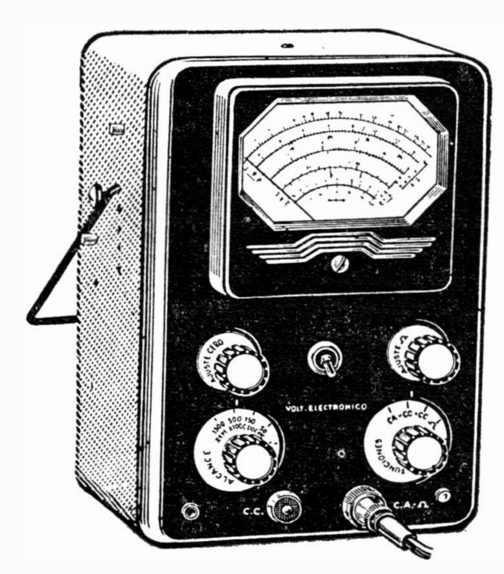


Fig. 87. — Aspecto del voltímetro electrónico Sideral modelo VE-1.

cesorios que encontraremos en el panel frontal de todo aparato de este tipo. Se trata del "Sideral" modelo V. E. 1.

En la parte superior vemos la escala, que tiene varios arcos porque el aparato mide tensiones y resistencias. Como tiene fuente de alimentación, debe hacer una llave de encendido, y la vemos inmediatamente debajo de la escala en el centro; es una llave de palanca. Más arriba, en el mismo instrumento, tenemos el tornillito de ajuste de cero de la aguja, que no debe confundirse con el ajuste de cero en funcionamiento. Este tornillo se retoca estando el aparato desconecado y cuando la aguja no queda en el cero de la escala.

Arriba a la izquierda hay una perilla que es para el ajuste de cero en funcionamiento. A la derecha hay otra que es para el ajuste de cero Ohm, con funciones similares a la que tienen los multímetros. Debajo, a la izquierda, está la llave selectora de alcances de tensiones y resistencias; a la derecha tenemos la selectora de funciones, así llamada la que elige la medición de tensiones continuas, alternas o resistencias. Más abajo tenemos dos bornes del tipo coaxil, o sea en los que roscamos el cable de prueba que es blindado. El borne de la izquierda es para tensiones continuas y el de la derecha es para tensiones alternas y resistencias. Algunos aparatos tienen un solo borne, y la selectora de funciones hace la conmutación.

Después de esta somera descripción que nos ha permitido familiarizarnos con los controles que tiene un voltímetro electrónico, podemos pasar a ocuparnos en detalle de uno de los más difundidos en nuestro medio.

VOLTIMETRO ELECTRONICO PACO MODELO V-70W

Este voltímetro electrónico se basa en el circuito de la figura 86, con algunas variantes y refinamientos que lo hacen interesante. Se lo encuentra en plaza en forma de *Kit* o sea conjunto para armar, y responde al esquema de la figura 88. Como vemos, emplea un doble triodo 12AU7 en el cual se inserta un instrumento de 400 μA entre los cátodos, en un circuito puente balanceado. Para el ajuste cero tiene un potenciómetro en el retorno a masa de ambos cátodos. Además, para el ajuste cero del óhmetro tiene otro potenciómetro; las perillas de ambos están en el centro del panel, debajo de la escala, el de cero a la izquierda y el de Ohm a la derecha, como se puede ver en la figura 89. En el centro está la selectora de rangos, y abajo, a la derecha, la selectora de funciones, y a la izquierda el borne doble a rosca para la conexión de la punta de prueba con cable blindado. La punta de prueba común se ve en el mismo esquema general, y tiene una llave deslizante para pasar de c. c. a c. a. Para mediciones de alta tensión, tan altas como las que usan los tubos de imagen de televisores, hay una punta de prueba especial, que se muestra en la figura 90, y que se enrosca en el mismo borne único en reemplazo de la otra. En ambos casos el otro extremo del cable de prueba tiene dos terminales para ser conectados a los dos puntos del circuito entre los cuales se debe medir la tensión o entre los extremos de la resistencia a medir. El circuito permite comprobar que el aparato tiene alimentación de la red, y originalmente viene para 110 V, de modo que debe colocarse un autotransformador 220/110 Volt.

La máxima tensión que se aplica a la grilla del primer triodo es de 1,5 Volt, de modo que hay un divisor de tensión con resistencia total de 10 Megohm que se encarga de mantener esa cifra. Para mediciones de alterna se usa un doble diodo 6AL5 que rectifica en montaje doblador de media onda, midiendo así valores de cresta a cresta. Hay que cuidar de no aplicar tensiones de alterna superiores a 400 Volt porque se destruiría la 6AL5.

El control que aparece en el esquema denominado *AC BAL* es para compensar los potenciales de contacto del diodo, ya que sabemos que un diodo es capaz de conducir un poco aún sin aplicar tensiones a su placa; tal corriente se denomina *de contacto* y fluye del cátodo a la placa y pasa por el circuito externo. Para neutralizar este efecto se usa el mencionado control.

Para la medición de resistencias se usa una pila de 1,5 V en serie con una serie de resistores de valores crecientes, que aparecen a la izquierda en el esquema.

Tenemos así los siguientes rangos de medición que se eligen mediante la selectora central: tensiones 1,5 — 5 — 15 — 50 — 150 — 500 — 1.500 Volt; resistencias: R × 1 — R × 10 — R × 100 — R × 1.000 — R × 10 K — R × 100 K — R × 1 M.

La selectora de funciones tiene cinco posiciones: la primera es para encendido general; la segunda es para tensiones c. a.; la tercera es para tensiones de continua negativas contra masa; la cuarta, tensiones continuas positivas contra masa, y la quinta, para resistencias.

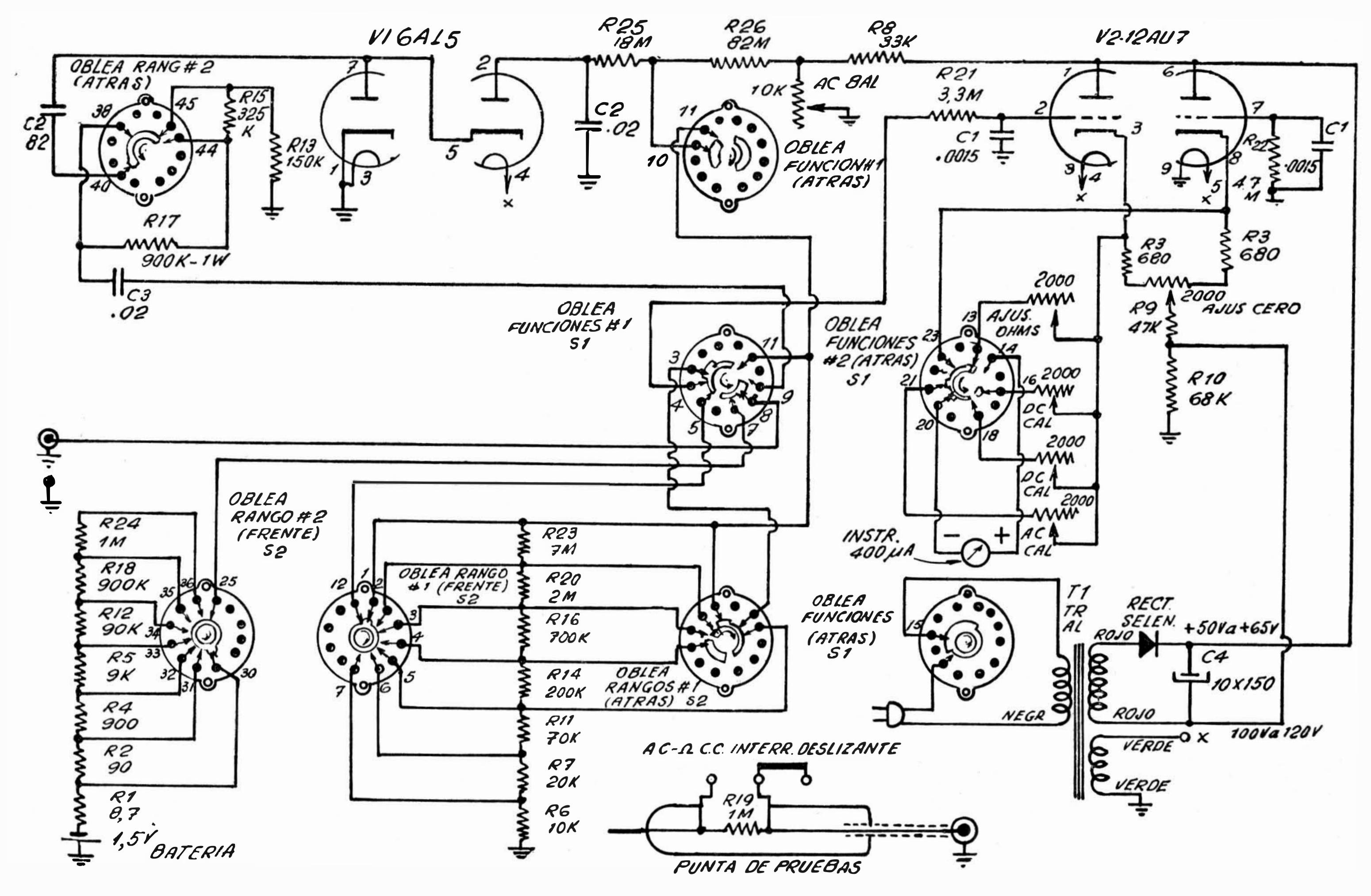


Fig. 88. — Esquema interno del voltímetro electrónico Paco modelo V-70W. En el circuito, las secciones de la selectora marcadas como *frente* están vistas desde la perilla y las marcadas *atrás* están vistas desde la parte trasera. Orden de la selectora de rangos; tensiones: 1,5 - 5 - 15 - 50 - 150 - 500 - 1.500 Volt; *R*×1 - *R*×10 - *R*×100 - *R*×1.000 - R×10K - R×100K - R×1M. Orden de la selectora de funciones: *OFF* (no) - *AC* (c.a.) - —*DC* - +*DC* (c.c.) — *OHMS*.

Medición de tensiones de continua

Como la punta de prueba es única, a rosca, y el terminal que corresponde a la malla de blindaje del cable está unido a la masa interna, debe ir al chasis o retorno del aparato en prueba; debido a ello en medición de tensiones continuas la selectora de funciones da dos posibilidades



FIG. 89. — Aspecto del panel frontal del voltímetro electrónico de la figura 88.

llamadas *DC+ y DC—*. Es decir que como no podemos invertir el cable de salida invertimos las conexiones dentro del instrumento.

De inmediato se enrosca la punta de prueba común y se corre su selector deslizante hasta la posición *DC*. La selectora de funciones se pondrá en *DC+* o *DC —* según la polaridad contra masa de la tensión a medir; por ejemplo si se trata de la tensión del C.A.S. de un receptor o del C.A.G. de un televisor, se usará la posición *DC—*, ya que se trata de tensiones negativas contra masa.

Si o se conoce el grandor de la tensión a medir se comenzará por el rango mayor (1.500 V) y se irá rebajando hasta tener lectura que pase la media escala, según lo sabemos. Hay una escala que dice 0—1.5; ésa es para tensiones de continua de 1,5 V como máximo. La escala que dice *VRMS ONLY* es para tensiones alternas únicamente, de 1,5 V. La escala que dice *DC—RMS* es para tensiones continuas y alternas mayores de 1,5 Volt.

Hay una escala con cero al centro que resulta muy útil para el ajuste del discriminador de MF. Esta escala se puede usar en cualquiera de las funciones *DC+ o DC—* si previamente se lleva la aguja al cero central mediante el control de ajuste de cero de la izquierda.

Medición de tensiones de alterna

Se usa la punta común y no importa cual de los terminales va a chasis y cual va al vivo, ya que no hay polaridad. Entonces va a masa el terminal que corresponde a la malla. La selectora de funciones se coloca en la posición *AC* y la de rangos se lleva a la cifra de tensión que se supone o, si se ignora la magnitud, se comenzará por la mayor (1.500 V) y luego se va corriendo como hicimos para continua. El interruptor deslizante de la punta de prueba se corre hasta la posición *AC*. Las escalas de tensiones suministran tanto valores eficaces como valores de cresta a cresta y el aparato viene con una tabla que permite pasar de unas cifras a las otras. Los valores eficaces se dan en las escalas marcadas como *DC—RMS* y los valores cresta a cresta o pico a pico se dan en las escalas inferiores marcadas *p-p*. Es sabido que si se conoce el valor eficaz se puede obtener el valor pico a pico multiplicando al primero por 2,8, y si se conoce el valor *p-p* se obtiene el eficaz multiplicando por 0,35. Es decir que si se tiene una alterna que hemos leído en la escala de valores eficaces de 10 V en la escala *p-p* leeremos 28,3 Volt al mismo tiempo.

Para tensiones alternas hasta 1,5 Volt se usa la escala indicada como 1,5 V *RMS ONLY*; para tensiones mayores se usa la escala marcada de 0-15 Volt y se lee directamente para ese alcance, se multiplica por 10 para alcance de 150 Volt y por 100 para alcance de 1.500 Volt. De idéntica manera se procede para las escalas de 5 Volt o múltiplos de ese valor.

Medición de resistencias

Aquí conviene explicar detalladamente el proceso por diferir del método empleado cuando usábamos el multímetro para esta misma finalidad. Lo primero que debemos pensar es que, pese a tener una pila interna, el instrumento debe conectarse a la línea para medir resistencias, puesto que la pila cumple la función auxiliar de suministrar una tensión a través de la resistencia a medir, mientras que la fuente se encarga de polarizar las válvulas para poder leer el desequilibrio que aquella tensión nos produce entre los cátodos.

Conectamos la punta de prueba común y corremos el interruptor deslizante hasta la posición *OHM*. La selectora de funciones la ponemos también en la posición *OHM*. La selectora de rangos tiene 7 posiciones para medir resistencias, de modo que se elegirá la que corresponde según

el valor aproximado que debamos medir. Luego, ajustamos el cero de la aguja mediante el control *ZERO ADJ* de la izquierda, cortocircuitando los extremos del cable de prueba. Se quita luego ese corto entre puntas y se gira el control *OHM ADJ* hasta que la aguja vaya a la posición extrema opuesta marcada con el símbolo infinito (un 8 acostado). Finalmente se coloca el resistor a medir entre los extremos del cable de prueba y se lee el valor en la escala de resistencias, multiplicando la cifra por el factor que indica la posición de la selectora de rangos. Terminada la operación debe quitarse la selectora de funciones de la posición *OHM* para cuidar la vida útil de la pila interna.

Medición de decibeles

Hay una escala de decibeles, la cual permite hacer lecturas directas poniendo la selectora de rangos en 5V y la de funciones en *AC*. Como el PACO utiliza la convención de 0 dB = 1 mW = 0,775 Volt sobre impedancia de 600 Ohm, en el capítulo anterior hemos visto cómo se introducían adiciones a las lecturas para otras impedancias sobre las que se hace la medición (ver pág. 51).

Entonces pueden usarse todas las escalas de tensiones alternas excepto la de 1,5 Volt. Para la escala de 5 Volt la lectura de dB es directa de — 4 a + 16 dB, para las otras se suman las siguientes cifras a la lectura de dB:

Escala	*Sumar dB*
5	0
15	+10
50	+20
150	+30
500	+40
1500	+50

Las adiciones de la tabla precedente son independientes de las de la página 51 por diferencia de impedancia.

Verificaciones

Un voltímetro electrónico es un aparato delicado que debe mantenerse con cuidado; como tiene válvulas, periódicamente deben ser probadas en cualquier aparato indicador de emisión y recambiadas si acusan cifras bajas.

La pila del óhmetro puede estar descargada parcialmente. Una forma de verificarlo es la siguiente; colocadas las selectoras de funciones en la posición *OHM* y la de rangos en Rx1 se lleva la aguja a plena escala con el control *OHM ADJ*; el interruptor de la punta de prueba estará en la posición *OHM*. Luego se ponen en corto los terminales de prueba por unos 10 segundos y se retira el corto observando la aguja. Una desviación apreciable indica pila gastada.

Cuando se sospeche de la bobina del instrumento puede hacerse una prueba de continuidad por medio de un óhmetro común, pero cuidando de poner en serie un resistor de 10 Kilohm.

Especificaciones

Es interesante reproducir las especificaciones de la fábrica de este instrumento, para establecer comparaciones con modelos similares. Así tenemos las siguientes:

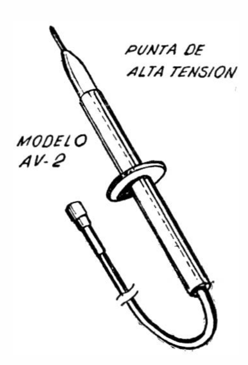


Fig. 90. — Punta de prueba adicional para medir altas tensiones.

Como voltímetro electrónico de c.c. puede medir desde fracciones de Volt hasta 1.500 Volt con la punta común. Con la punta de alta tensión (Fig. 90) llega hasta 15.000 Volt, y los valores de la escala se multiplican por 100. La resistencia interna es de 11 Megohm, contando el valor de 1 Megohm que está en la punta de prueba. La exactitud es del 3 % y la resistencia de entrada puede especificarse como 7,33 Megohm por Volt.

Como voltímetro electrónico de c.a. mide en 7 rangos de valores eficaces o medios cuadráticos (0,7 del valor de cresta) y 7 rangos de valores de cresta a cresta; los primeros van de 0 a 1.500 Volt y los segundos de 0 a 4.000 Volt. La exactitud es del 5 % a plena escala y la respuesta a frecuencias es de + 1 dB de 40 c/s a 4 Mc/s.

Como óhmetro electrónico tenemos 7 rangos, abarcando mediciones desde 0 hasta 1.000 Megohm. En la escala de Rx1 tenemos 10 Ohm en el centro.

Día 7

Con la jornada pasada hemos superado la tercera parte de nuestro curso y si hacemos un análisis retrospectivo el balance es muy satisfactorio. Conocemos la manera de hacer lecturas, los principios de funcionamiento de los aparatos de medición y generación y, lo que es más importante, ya sabemos manejar el multímetro, como instrumento básico y el voltímetro electrónico, como instrumento de precisión, entendiendo por tal calificación la propiedad de poder usarse en los casos en que el anterior no sirve. Para el lector de aspiraciones modestas se ha llegado adonde él quería, pues supone que por el momento no podrá disponer de otros aparatos de laboratorio, pero en cuanto conozca la manera de funcionar, de usarse y las posibilidades que brindan, seguramente cambiará de opinión y no descansará hasta que pueda contar con otros instrumentos; tal vez no le interesen todos los que describamos pero vale la pena que los conozca.

Debemos explicar todos los aparatos que pueden haber en un laboratorio de radio y TV de nivel medio, descartando aquellos que requieren profesionales para su accionamiento y que por lo tanto escapan a las necesidades de armadores y reparadores. El aparato que nos ocupará en la presente jornada está en el borde de esa clasificación, pero hemos optado por incluirlo en este libro por ser de simple estructura y costo muy moderado. Entremos en el tema.

MEDICIONES CON EL PUENTE

Hasta ahora hemos aprendido a hacer medición de resistencias con el óhmetro de los multímetros y con el óhmetro electrónico, y de capacidades con el multímetro al cual se le agregaba una fuente externa de alternada. La precisión con que se hacen esas mediciones es del orden del 3 % al 5 % si se dispone de instrumentos de cierta calidad. Como en la práctica se utilizan comúnmente resistores y capacitores al 10 %, o, a lo sumo, al 5 % de tolerancia, parecería que no necesitamos otro tipo de aparato para medir tanto resistores como capacitores.

Pero ciertos circuitos nos piden valores al 1 % o cifras de ese orden, y entonces es inútil verificar tales elementos con cualquiera de los instrumentos vistos hasta aquí. Otras veces hay que medir valores que no están comprendidos entre las posibilidades de los multímetros por exceder en más o en menos los límites de sus rangos. Es en esos casos que se necesita otro tipo de aparato y uno de los que sirven es el *puente*.

La necesidad de disponer de un puente de medición no es frecuente en el laboratorio, pero cuando clasificamos los instrumentos formamos cuatro clases: indicación, medición, comparación y generación. Y ocurre que hasta ahora sólo hemos tenido oportunidad de ocuparnos de tres clases y el puente pertenece a la clase de instrumentos de comparación. Esta razón nos hizo decidir a ocuparnos del mismo aunque no lo recomendemos entre los aparatos indispensables en un laboratorio modesto.

Principio del puente de medición

Originalmente el puente fue ideado para medir resistencias y luego se lo modificó de diversas maneras para hacerlo más práctico y para poder medir capacidades e inductancias. El esquema básico es el de la figura 91 y vemos en él cuatro resistores, una pila y un instrumento indicador de corrientes débiles como podría ser un microamperímetro muy sensible, el cual suele llamarse *galvanómetro*. Los resistores se conectan formando un cuadrado que suele dibujarse de tal modo que sus diagonales queden en

posición horizontal y vertical. En una de las diagonales aplicamos la pila y en la otra conectamos el instrumento, precisamente entre los puntos A y B.

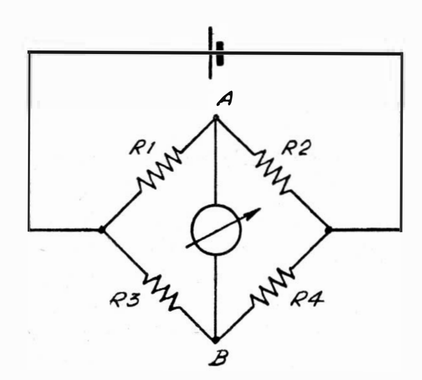


FIG. 91. — Esquema básico del puente para mediciones.

De acuerdo con la distribución de corrientes en las ramas del circuito, y a los valores de los resistores, en Electrotecnia se estudia el problema y se llega a demostrar que si entre A y B no pasa corriente, o sea cuando esos dos puntos están al mismo potencial, los productos de las resistencias opuestas son iguales, o sea que $R_1 \times R_4 = R_2 \times R_3$. De esta igualdad es fácil deducir que si desconocemos el valor de una resistencia y conocemos los de las otras tres, puede calcularse el valor de la desconocida.

Como el objeto de este libro es describir y enseñar el manejo del instrumental, es razonable que no nos ocupemos de la deducción analítica de las fórmulas o de la manera de hacer los cálculos, cosa que, por otra parte, molestaría a los lectores poco avezados en esas lides.

El puente como comparador

Hemos hablado del puente para medir resistencias y entonces no nos interesa que se puedan hacer cálculos para la operación de obtener el valor de una resistencia desconocida; queremos un aparato que nos indique en una escala o en un dial el valor desconocido. Entonces, modifiquemos un poco el puente en la forma como lo muestra la figura 92. Las dos resistencias superiores forman un potenciómetro; a la izquierda colocamos una resistencia fija y a la derecha dos bornes para conectar el resistor desconocido.

Ahora bien, el potenciómetro superior tiene un eje y por consiguiente podemos colocarle un dial como el que vimos en la figura 4. Sus graduaciones pueden ser directamente los valores de R_x, la resistencia desconocida, ya que en cada posición del cursor se puede marcar el resultado de las operaciones que mencionamos antes y colocar en el dial el resultado del cálculo, o sea el valor de R_x.

Para los estudiosos diremos que esos valores resultan de multiplicar el valor del resistor fijo R por la porción R_b del potenciómetro y dividir el resultado por la porción R_a; eso nos da el valor R_x. De esto se deduce que para tener otro alcance o rango de medición bastaría cambiar mediante una llave selectora el resistor fijo R por otro 10 veces mayor, con lo que multiplicamos las cifras del dial por 10; luego ponemos en R un valor 100 veces mayor y las cifras se multiplican por 100 y así siguiendo.

Ya estamos viendo que el puente de mediciones no es un aparato tan complicado y que en el uso resultará bastante práctico. Los puentes que se adquieren no traen un galvanómetro como indicador de cero sino que, por las razones

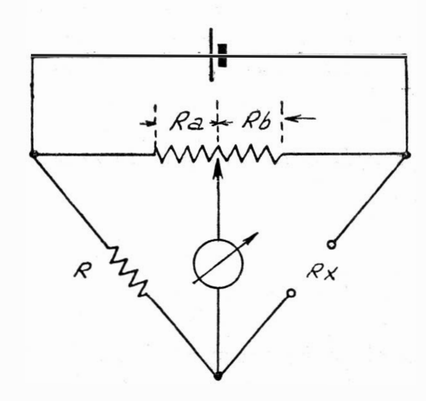


FIG. 92. — Modificación del puente para hacerlo más práctico.

que veremos, traen un tipo de indicador que conocemos por haberlo visto en la figura 18. Solamente los puentes para resistencias exclusivamente, para laboratorios profesionales, traen galvanómetros.

El puente de alterna

Las propiedades del puente de la figura 91 se mantienen si en lugar de colocar una pila en la diagonal horizontal, conectamos allí una fuente de baja tensión alterna, o sea que para medir resistencias por comparación ese detalle no nos molesta, pero se abren otras posibilidades. En efecto, si en las ramas inferiores conectamos capacitores en lugar de resistores, tal como lo muestra la figura 93, se puede demostrar que

las condiciones fijadas anteriormente se cumplen bajo las siguientes condiciones:

En lugar de hablar de resistencias, por estar en un circuito de alterna debemos hablar de impedancias; luego, cuando el indicador de tensión nula que hemos colocado en la diagonal vertical acusa cero, decimos que los productos de las impedancias opuestas son iguales. Ahora aclaremos un poco las cosas.

El indicador de cero de la figura 91 era un galvanómetro o microamperímetro muy sensible, que nos acusaba el momento que entre *A* y *B* no había tensión, o sea que el aparato acusaba cero corriente. No hay galvanómetro para alterna, de modo que hay que usar otro tipo de indicador de cero. Algunos puentes económicos emplean un auricular telefónico, en el cual se escucha un zumbido de 50 c/s cuando pasa por el mismo corriente alterna y no se escucha ese zumbido cuando deja de pasar; es evidente que la precisión de esta indicación es relativa, pues el punto exacto de zumbido cero depende del oído del operador y del ruido del ambiente. Los puentes mejores usan un indicador de rayos catódicos como el de la figura 18.

Ahora, volviendo a lo que se llama *condición de equilibrio,* dijimos que cuando el indicador acusa el cero, los productos de las impedancias opuestas son iguales. Pero debemos tener en

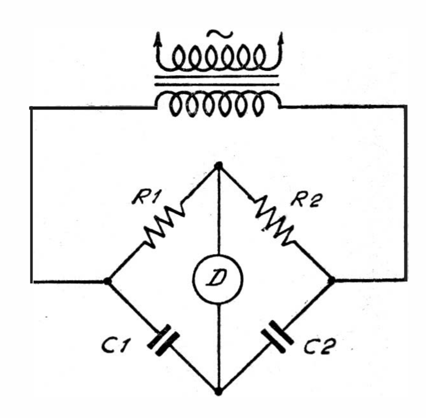


Fig. 93. — Esquema básico del puente de alterna para medir capacidades.

cuenta que la impedancia de un capacitor es inversamente proporcional a su capacidad; esto produce una inversión de términos y, dejando las matemáticas de lado, resulta que el producto de R_1 por C_1 es igual a R_2 por C_2. De aquí en adelante es fácil suponer que si tenemos uno de los capacitores como desconocido, su valor sale de un cálculo simple.

Comparación de capacidades

Yendo ahora al circuito práctico, tal como hicimos en el caso de los resistores, tenemos en la figura 94 el puente de comparación para medir capacidades. Además, el mismo puente lo po-

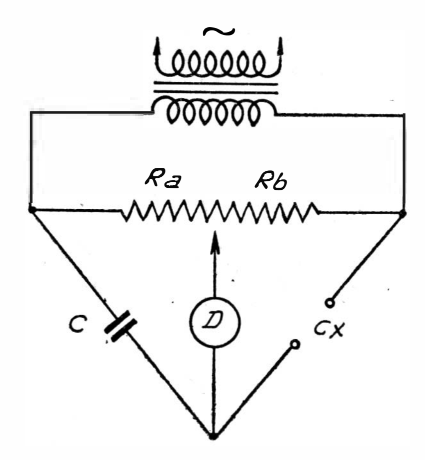


Fig. 94. — Modificación del puente de alterna para medir capacidades.

demos usar para medir resistencias, ya que la diferencia con el de la figura 92 es que la fuente aplicada es de alterna y no de continua.

La rama superior de los dos resistores queda sustituida por un potenciómetro entre cuyo cursor y el vértice inferior del puente se conecta el indicador de cero, también llamado *detector.* En la rama izquierda va un capacitor fijo y conocido y en la rama derecha hay dos bornes para conectar allí el capacitor desconocido. Los estudiosos ya se habrán dado cuenta que si colocamos un capacitor en C_x, y giramos el dial que tiene el potenciómetro hasta que *D* nos acusa el cero, en ese momento el valor C_x resulta de multiplicar R_a por *C* y dividir por R_b. Esos cálculos los hace la fábrica y nos pone en el dial los valores resultantes de C_x, que leemos con el índice fijo que hay en el panel señalando el punto del dial que leeremos.

Para modificar el alcance, resulta evidente que colocando en *C* un valor 10 veces mayor, las lecturas del dial se deben multiplicar por 10 y así sucesivamente. Como hemos dicho que este puente se puede usar para resistencias, en el dial habrá dos escalas, una para *C* y otra para *R*, y habrá una llave selectora de funciones, o sea que se cambia la función de medir resistores por la de medir capacitores. Otra selectora cambiará los rangos.

Comparación de inductancias

Aunque no es frecuente que los puentes traigan ese agregado, el procedimiento puede usarse para comparación de inductancias, en la forma como lo muestra la figura 95. Se usa el mismo potenciómetro y en la rama izquierda se coloca una inductancia patrón o conocida; en la rama derecha hay los dos bornes para conectar la inductancia desconocida. Como la impedancia de una inductancia es directamente proporcional al valor de la inductancia, se cumple la misma relación que para resistencias, y el valor de L_x resulta igual al producto $R_b \times L$ dividido por R_a. Eso puede estar ya resuelto en la escala del dial.

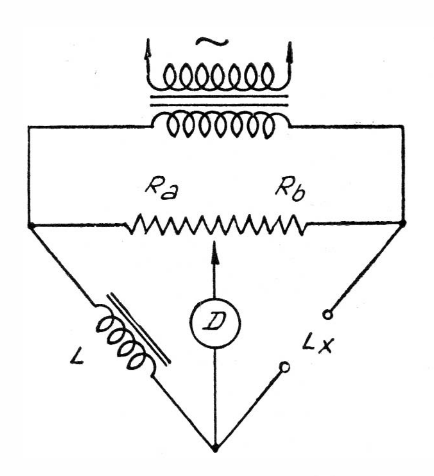


FIG. 95. — Esquema básico del puente de alterna para medir inductancias.

Pero hay que hacer algunas observaciones. En primer lugar hemos supuesto que se trata de inductancias puras, o sea desprovistas de resistencia, y eso no se cumple. En segundo lugar necesitamos una o varias inductancias patrón, y el valor de una inductancia depende de la intensidad de corriente que la recorre, por razones de saturación del núcleo. Todo esto hace que las fábricas prefieran preparar los puentes comunes para medición de *R* y *C* y no para medir *L*, ya que eso se deja para los puentes profesionales, tema que escapa al programa trazado para este libro.

Puentes prácticos

A título simplemente ilustrativo, y sin entrar todavía en la descripción detallada de un puente comercial, mostramos en la figura 96 uno de los puentes que se encuentran en plaza. Se trata en este caso del SIDERAL modelo S55. Observemos que en la parte superior tiene los cuatro bornes, dos para resistores y dos para capacitores en medición. En el frente vemos el gran dial, cuya escala va de 0,5 hasta 10, y hacemos lectura en la misma mediante un índice trazado en una lámina transparente que está en la parte superior, y fija al panel.

En la parte superior, a los costados del dial hay dos indicadores; el de la izquierda es una lamparita avisadora de encendido y el de la derecha es un indicador de cero a rayos catódicos (Fig. 18). En la parte inferior tenemos las dos selectoras, la de la izquierda es la de rangos y la de la derecha la de función, que elige entre medición de *R* o de *C*.

La fábrica especifica lo siguiente: mide resistencias desde 0,5 Ohm hasta 10 Megohm en 7 rangos; mide capacidades desde 5 picofarad hasta 100 microfarad en 7 rangos. Mide el ángulo de pérdida en capacitores desde 0 a 0,3 tgd. Verifica fugas en capacitores bajo tensión de 250 Volt. La precisión del aparato está asegurada dentro del 2 %. Es de notar que lo que se llama aquí ángulo de pérdidas es un concepto teórico que no hemos mencionado, por pertenecer a la teoría matemática del comportamiento de capacitores.

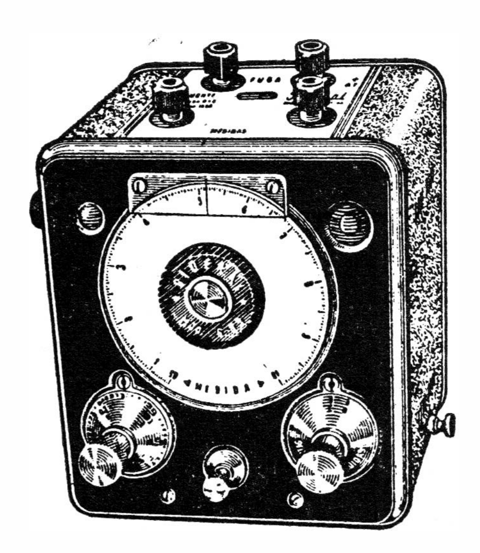


FIG. 96. — Aspecto del puente de medición Sideral modelo S-55.

PUENTE DE R-C Y RELACIONES PACO MODELO C-20

De entre los aparatos de esta naturaleza que se encuentran en nuestro medio hemos elegido el señalado en el título precedente. Viene titula-

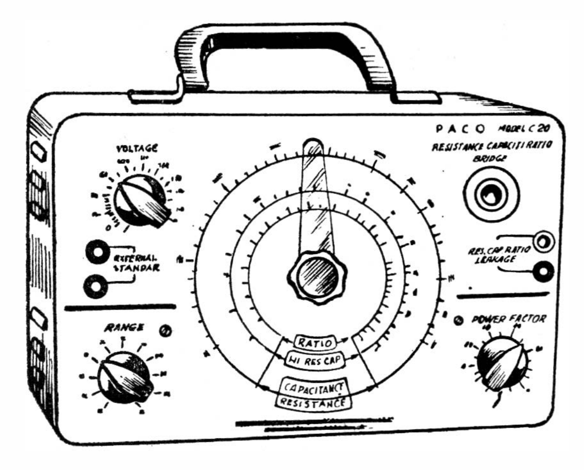


FIG. 97. — Aspecto del puente de medición Paco modelo C-20.

do como RESISTANCE CAPACITY RATIO BRIDGE, cuya traducción nos dice que se trata de un puente para medir resistencias, capacidades y relaciones. La figura 97 nos muestra el aspecto exterior del aparato, cuyas especificaciones son:

Capacidades: de 10 picofarad hasta 2.000 microfarad en cuatro rangos.

Resistencias: de 0,5 Ohm hasta 200 Megohm, en cuatro rangos.

Factor de potencia: de 0 a 60 % en capacitores de 0,1 a 2.000 microfarad.

Pérdidas: prueba de pérdidas en capacitores de todo tipo con tensiones de trabajo entre 0 y 500 Volt c.c.

Relaciones: pueden realizarse determinaciones de relaciones entre dos resiststores, dos capacitores o dos inductores entre cifras de 0,05 a 1 y 20 a 1.

Alimentación: 117 Volt 60 c/s. Con autotransformador 220/110 se alimenta desde la red de 220 Volt.

Esquema general

La figura 98 nos muestra el esquema interno del aparato. Vemos que contiene dos válvulas; una rectificadora 6X5 para disponer de tensión continua para polarizar la otra válvula; ésta es una 1629, indicador luminoso a rayos catótidos. Conviene ir observando también el panel frontal del aparato que se muestra en la figura 99, para familiarizarse con la ubicación de los elementos.

El indicador de cero se halla arriba a la derecha (ojo mágico). En el centro tenemos el dial del potenciómetro de comparación, que vemos en la parte inferior del esquema. La escala es fija y la perilla acciona el índice, haciendo

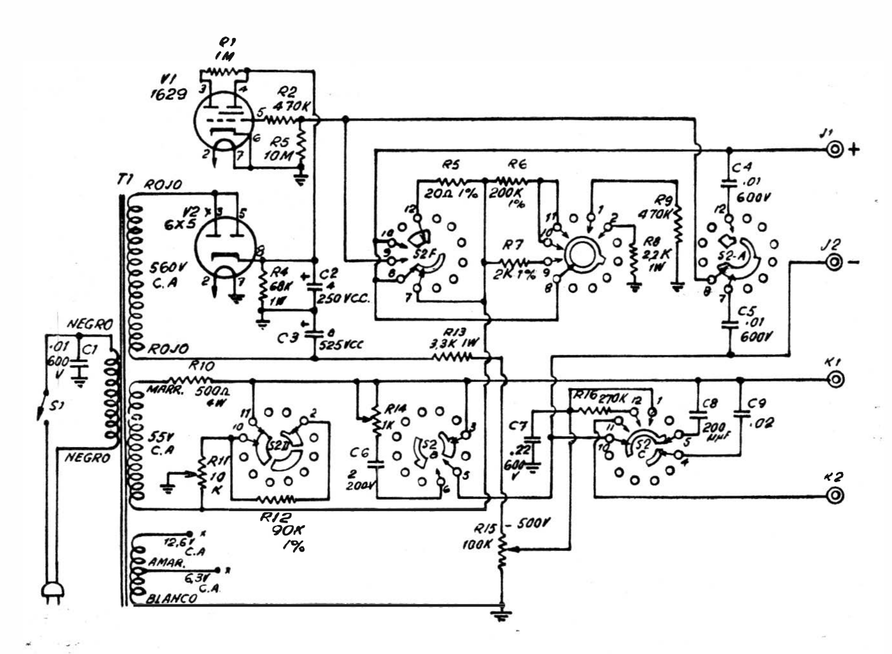


FIG. 98. — Esquema interno del puente mostrado en la figura **97.**

lecturas mediante una rayita hecha en el celuloide. Las escalas tienen las siguientes indicaciones: *Ratio* (relaciones) ; *Hi res cap,* o sea altas resistencias y capacidades; *Capacitance-resistance,* o sea capacidades y resistencias, valores comunes.

Hay otras tres perillas; una arriba a la izquierda, que es para el control de tensiones, y está graduada de 0 a 500 Volt. Se utiliza para prueba de capacitores, a fin de darles la tensión de prueba especificada. Abajo a la izquierda está la selectora de rangos. Y abajo a la derecha está la perilla que gobierna el encendido y el control del factor de potencia para capacitores.

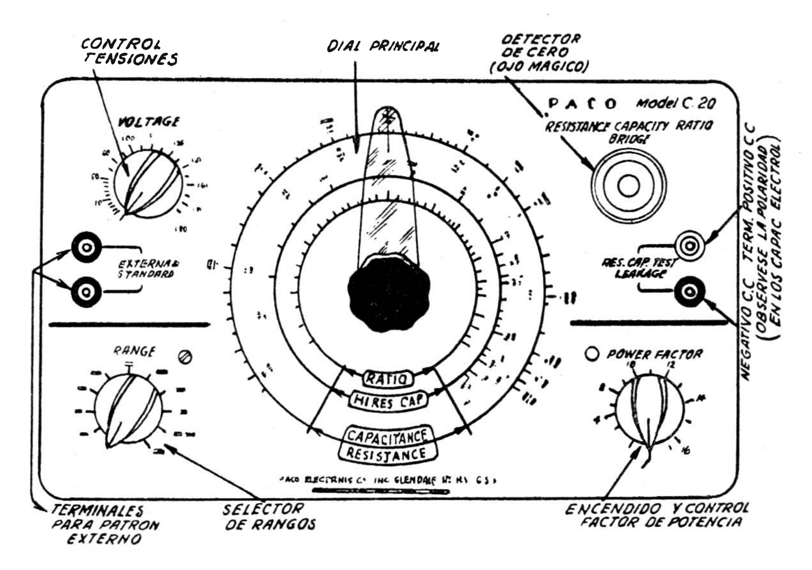


FIG. 99. — Detalles del panel del puente de la figura 97.

Hay dos juegos de bornes. Los de la izquierda son para conectar un patrón externo a efectos de hacer comprobaciones. Los de la derecha son los bornes a los que se conecta el resistor o el capacitor en prueba. En el caso de electrolíticos, hay que cuidar la polaridad, y el borne superior corresponde al polo positivo.

Con lo dicho hemos descripto el panel frontal y tenemos a la vista el esquema con sus valores, a efecto de facilitar una reparación de emergencia. Ahora pasaremos al uso del instrumento.

Calibración

Con el aparato viene un resistor fijo de 200 Kilohm, calibrado, que nos sirve para efectuar una confrontación. Para ello se conecta dicho resistor en los bornes de la derecha y se enciende el aparato girando levemente la perilla inferior de la derecha. La selectora de rangos se lleva a la posición 5K-5M. Nótese que a pesar de ser un patrón, ese resistor va en los bornes comunes de prueba, por tratarse de una confrontación. A continuación giramos el dial hasta tener indicación nula en el ojo, la cual se conoce por el máximo ángulo de apertura del ángulo de sombra. En este momento el índice del dial debe marcar 200 K. De no ser así se afloja la perilla del dial y se corre la lámina plástica hasta colocar la raya sobre la marcación 200 K. Se realiza nuevamente la operación para comprobar que no hemos movido el potenciómetro al hacer la corrección y el aparato queda calibrado.

Para determinar la capacidad parásita del instrumento, la que, si bien es baja, debe restarse de las mediciones de muy bajas capacidades, se coloca la selectora de rangos en la posición 10-5.000 picofarad. Se quitan las puntas de prueba del panel frontal y se gira el dial hasta que, cerca del extremo izquierdo encontraremos indicación nula en el ojo. La lectura en ese punto nos da las capacidades parásitas del instrumento, las que debemos descontar cuando hacemos mediciones de capacidades bajas.

Medición de resistencias

Es la operación más simple. Se coloca la resistencia a medir en los bornes de la derecha directamente o con ayuda de las puntas de prue-

ba. Se gira el control de rangos hasta la posición adecuada; en caso de duda se pone la mayor, y si girando el dial no hay posición que indique cero, se pasa a otro rango. Cuando el ojo tiene su máxima apertura se hace lectura en el dial obteniéndose el valor de la resistencia.

Medición de capacidades

Para capacitores comunes, se lo conecta a los bornes de la derecha mediante las puntas de prueba. Los pequeños se colocan directamente en los bornes; en este último caso recuérdese de descontar la capacidad parásita del instrumento. Colocando la selectora de rangos en la posición adecuada se gira el dial hasta indicación nula del ojo y se hace lectura en el dial.

Para capacitores electrolíticos hay que cuidar la polaridad en los bornes; además, hay que girar la perilla de factor de potencia hasta indicación nula en el ojo. Se coloca la selectora de rangos en la posición adecuada y se gira la perilla indicada *voltage* hasta su cifra correcta; el ojo se cerrará primero y luego se abrirá cuando el capacitor está cargado. Hecho esto se busca el valor de la capacidad. Véase además las indicaciones sobre medición del factor de potencia.

Medición de pérdidas

La selectora de rangos tiene dos posiciones para control de pérdidas; una para capacitores de mica y de papel y otra para electrolíticos. Para esta comprobación se pone el control *voltage* a cero Volt y se conecta el capacitor en prueba a los bornes de la derecha, cuidando la polaridad cuando corresponda. Luego se gira el control *voltage* hasta la tensión de prueba indicada en el capacitor; el ojo cerrará primero totalmente y luego se abrirá cuando el capacitor está cargado. Si la abertura es máxima, no hay pérdidas.

En capacitores guardados mucho tiempo hay que darles tiempo para que sean acusadas las pérdidas. Es suficiente esperar 5 minutos más un minuto por cada mes de almacenamiento. Si el ojo permanece completamente cerrado, la pérdida es total y el capacitor no sirve. Si el ojo muestra intermitencias, la pérdida tiene ese carácter. La abertura del ojo es proporcional a la magnitud de las pérdidas. Cuando se termina la prueba debe girarse el control *voltage* hasta 0 Volt, para descargar el capacitor y evitar riesgos al retirarlo.

Medición del factor de potencia

El factor de potencia es, en cierto modo, una medida del rendimiento de un capacitor, siempre que se interprete su valor correctamente; en efecto, a menor factor de potencia mejor es el capacitor. A título ilustrativo puede darse como ejemplo el caso de un capacitor que acuse un factor de potencia del 20 %, su capacidad será el 98 % de la máxima, mientras que si su factor de potencia es de 50 %, la capacidad será solamente el 87 % de la máxima. Asimismo, merece destacarse que los capacitores electrolíticos tienen un factor de potencia elevado por ser importante su resistencia interna comparada con la impedancia capacitiva. Por este motivo, cuando se mide un capacitor electrolítico, debe compensarse el efecto del alto factor de potencia, y entonces se actúa simultáneamente con el dial y con la perilla indicada como *Power factor*. El procedimiento es el siguiente: primero se busca con el dial el máximo ángulo de apertura del ojo, mientras la perilla *Power factor* está en 0 %. Luego, se gira esta perilla hasta conseguir aumentar el ángulo de apertura. Los puntos obtenidos nos dan, en el dial, la capacidad del capacitor en prueba y en la perilla *Power factor* el factor de potencia del mismo capacitor.

Mediciones de relación

Este puente nos brinda la posibilidad de comparar un resistor, capacitor o inductor con otro considerado como patrón. Supóngase que se tiene un inductor con núcleo de hierro de inductancia conocida y otra desconocida; conectando ambas al puente éste nos da la relación entre los valores, que nos permite, mediante una multiplicación o una división, obtener el valor de la desconocida. Inclusive, si tenemos un transformador, como ambos bobinados están sobre el mismo núcleo, conectándolos al puente se obtiene la relación de espiras entre bobinados.

Para realizar estas mediciones se procede a conectar el elemento patrón o conocido a los bornes de la izquierda, marcados como *external standard* y el elemento desconocido a los bornes normales de la derecha; por supuesto que compararemos elementos de la misma naturaleza, es decir resistores entre sí, capacitores con capacitores e inductores con inductores. La selectora de rangos se coloca en la posición marcada *range* y se usa la escala del dial que está en primer término, desde adentro, también marcada *ratio* (relación). Veamos cómo se aplica el factor de relación:

Resistencias: la resistencia desconocida es igual a la patrón dividida por el factor de relación leído en la escala.

Inductancias: La inductancia incógnita es igual a la patrón dividida por el factor de relación leído en la escala.

Capacidades: la capacidad desconocida se halla multiplicando el factor de relación por el valor de la capacidad del capacitor patrón.

Relación de espiras: se conecta uno de los bobinados a un par de bornes y el otro al otro par, derecha e izquierda, respectivamente. Si no se obtiene indicación nula en el ojo girando el dial, se invierten los terminales de uno sólo de los dos bobinados. Encontrado el equilibrio, el factor de relación leído en el dial es la relación o cociente entre las espiras del bobinado conectado en los bornes de la izquierda con respecto al conectado a los de la derecha. Por ejemplo, un transformador de salida en el cual desconocemos la relación de espiras, conectamos el primario a los bornes *external standard* y el secundario a los marcados *res cap test.* Leemos en la escala cuando logramos la máxima abertura del ojo: 10; luego decimos que el primario tiene 10 veces más espiras que el secundario. Advertimos que si no se logra apertura del ojo aun con la inversión antes mencionada es porque ese transformador excede el rango de relaciones, que es de 20 a 1 o, a la inversa, 0,05 a 1.

Para todas las pruebas de relación la lectura se hace, como es lógico, cuando hemos encontrado el punto de equilibrio del puente, es decir cuando el ojo acusa su máxima abertura.

Día 8

En la descripción de instrumental de laboratorio que puede adquirirse en plaza ya hemos cubierto los tipos de medición y comparación de entre el grupo de los aparatos más comunes y debemos ahora encarar los de generación. Los principios generales en que basan su funcionamiento ya han sido estudiados y tenemos que elegir alguno de los modelos que se emplean en los laboratorios para describirlo detalladamente. El hecho de elegir un aparato entre varios implica mencionar una marca y eso es a veces delicado por lo que puede implicar una preferencia. Tratamos de ser objetivos y decidirnos por el instrumento más difundido en plaza en estos momentos, y cuando hay más de uno, repartir la elección. Afortunadamente hay muchos aparatos para dar a conocer y hemos podido seleccionar entre varias fábricas.

En la presente jornada nos dedicaremos a los generadores de señales de audiofrecuencia u osciladores de audio, cuyo principio fue ya visto en el capítulo 3. Son muy útiles para aquellos que se dedican a diseñar amplificadores y en cambio tienen utilidad relativa para los que sólo trabajan con receptores de radio o TV. Pero como son instrumentos de laboratorio deben ser incluidos en esta obra.

OSCILADORES DE AUDIO

Ya sabemos que un oscilador es un dispositivo capaz de producir o generar una tensión o señal alternada. La primera clasificación los agrupa en los que producen señales de baja y de alta frecuencia; atento a que las bajas frecuencias usuales son las que corresponden a la gama de señales audibles, los primeros se llaman osciladores o generadores de audiofrecuencia. Esta denominación es simbólica, porque no todas las señales producidas por estos aparatos son audibles, ya que sus gamas de frecuencia sobrepasan en ambos sentidos las posibilidades del oído humano; pero valga la denominación para diferenciarlos de los otros. Un oscilador de audio común generalmente nos entrega señales de frecuencias comprendidas entre 20 y 200.000 c/s.

La otra categoría es la de los generadores de señales de altas frecuencias, que comienzan sus cifras donde dejan los de audio, es decir parten de unos 100 Kc/s y llegan hasta los Megaciclos. Pero esto es tema para otro capítulo.

Un segundo aspecto de los generadores de señales es su forma de onda. Si no especificamos nada en particular, cuando hablamos de señales nos estamos refiriendo a ondas senoidales, o sea a corriente alternada pura; pero en la práctica se usan para ciertos fines ondas de otras formas; recuérdese lo que se dijo acerca de la figura 39, donde se describieron algunas formas de onda usuales y se explicaron las razones de ello. En los osciladores de audio interesa que nos entreguen ondas senoidales, por supuesto; pero un aparato completo debe producir también ondas cuadradas, por su gran ventaja para revisar rápidamente el funcionamiento de amplificadores y otras cosas.

Ya tenemos las condiciones generales que nos definen un oscilador de audio. Ahora podemos repasar su funcionamiento y luego describir un modelo real.

Circuitos usuales

En las figuras 34 y 38 vimos circuitos básicos de osciladores de audio, pero esos montajes eran apropiados para generar una frecuencia fija. Tan es así que en el circuito de la figura 36 utilizamos ese principio para modular las señales de R.F. con la señal de audio que obteníamos con la sección del circuito que teníamos a la

derecha. Pero ahora debemos diseñar osciladores de audio en los que podamos variar la frecuencia desde unos pocos ciclos hasta un par de centenares de Kilociclos por segundo. Y queremos que la señal producida tenga una forma de onda absolutamente pura y que su frecuencia sea estable.

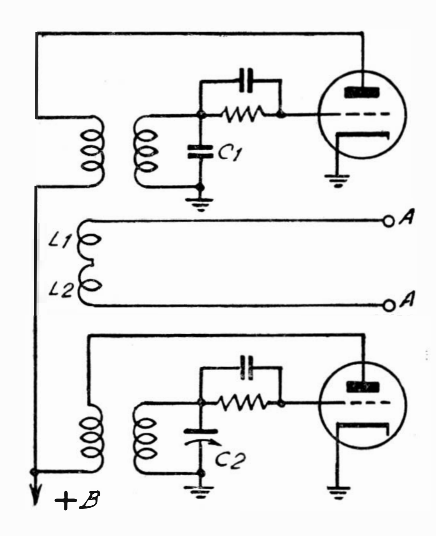


Fig. 100. — Principio del generador de audio por batido de dos señales de R.F.

Tales condiciones limitan las posibilidades de los circuitos comentados. Si empleamos inductancias con núcleo de hierro, la pureza en la forma de onda es problemática por el efecto de saturación magnética de los núcleos. Además, si se debe abarcar una gama tan amplia de frecuencias, hay que cambiar varias inductancias y ello encarece mucho el aparato. Ya sabemos entonces la razón por la cual se descartan los circuitos básicos comentados para el diseño de generadores de señales de audio.

Hay otro principio con el que pueden diseñarse osciladores de audio y es el que dice que si mezclamos dos señales resulta una tercera cuya frecuencia es la diferencia entre las frecuencias de las dos anteriores; del resultado de esa mezcla hay otras señales como la que tiene la suma de frecuencias y el resto de las que tienen las frecuencias originales, pero como las señales que se mezclan son de muy alta frecuencia, estas tres resultantes no nos interesan, por caer muy afuera de la gama que necesitamos. Por ejemplo, si mezclamos una señal de 500 Kc/s con una de 510 Kc/s, obtendremos una señal de 10 Kc/s que es de audio; las de 500, 510 y la suma que es 1010 Kc/s la despreciamos.

Este principio es aplicable para diseñar osciladores de audio, ya que hacemos dos osciladores como los que vemos en la figura 100. Los tanques resonantes de grilla son iguales, sólo que uno de ellos tiene un capacitor variable C_2, que nos permite variar la frecuencia de ese oscilador. Junto a las bobinas de placa colocamos unas espiras captadoras L_1 y L_2, que están conectadas entre sí, de modo que en los bornes *AA* recogemos la mezcla de las dos señales antes mencionada. Si variamos la frecuencia del oscilador inferior de tal manera que la diferencia de frecuencias se halle comprendida entre unos pocos ciclos y un centenar de Kilociclos por segundo, tendremos un generador de señales de Audio, ya que no podemos darle el nombre de oscilador de audio con rigurosidad. Claro, la señal en los bornes *AA* se lleva a un amplificador y luego a los bornes de salida.

Aparentemente tenemos una solución económica al problema, pero hay que analizar las cualidades y defectos del montaje. La cualidad es su sencillez y economía; el defecto surge del siguiente análisis: la estabilidad de un oscilador depende de muchos factores, como ser la tensión de alimentación de las válvulas, las constantes del circuito, la temperatura del ambiente, etc. Supongamos que consigamos osciladores de R.F. con una estabilidad de $1/_{00}$ (uno por mil), que ya es muy buena. Uno de los osciladores trabajará digamos en 500 Kc/s y el otro deberá hacerlo en 500,1 Kc/s para que la diferencia nos resulte una onda de 100 c/s, por ejemplo; pero si la frecuencia de uno de esos osciladores varía en uno por mil, se puede producir una alteración de 500 c/s sin que podamos quejarnos, y la frecuencia de audio se habrá ido de los 100 c/s a 600 c/s. ¿Puede conformar esta estabilidad? Evidentemente no. Claro que puede pensarse que las alteraciones obran sobre ambos osciladores, pero aunque se lograran menores diferencias, no se puede esperar disponer de un aparato de laboratorio con esas cifras.

El puente de Wien

Los inconvenientes señalados han hecho acudir a otros sistemas de osciladores de audio, y principalmente se ha buscado que los elementos responsables sean resistores y capacitores y que no se generen frecuencias muy altas.

Es del caso recordar el puente que describimos en la figura 93, y agregar que entre las modificaciones que sufrió ese circuito básico hay una debida a Wien, que se ve en la figura 101. Este puente se caracteriza porque tiene en una rama un paralelo *RC* y en la otra una serie de esos

mismos elementos. El equilibrio puede conseguirse haciendo variables las *R* o los *C* de esas ramas. Pero no es el objeto de esta cita volver sobre el tema de los puentes de mediciones, sino

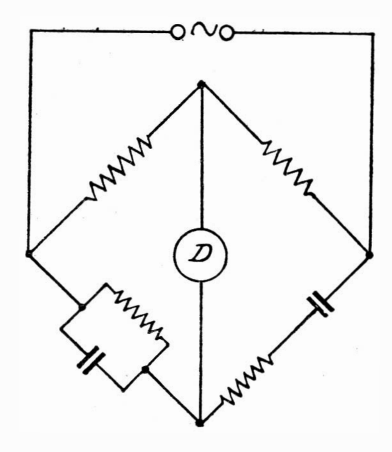


Fig. 101. — Esquema básico del puente de Wien para alterna.

que vamos a utilizar ese circuito por sus cualidades para trabajar como patrón de frecuencias en un oscilador de audio.

La figura 102 nos muestra el circuito básico de un generador de audio que emplea aquel montaje básico. Veamos su funcionamiento.

disminuye la corriente que la recorre disminuye también la resistencia de su filamento. De este modo, al reducirse la realimentación negativa, ya que la reinyección está hecha en contrafase, la salida aumenta un poco y se compensa la reducción aludida. Se trata, en otras palabras, de una realimentación negativa compensada por la acción de una lámpara cuyo filamento tiene la propiedad de que su resistencia varía en el mismo sentido que su temperatura. Es común emplear lámparas de muy pequeña potencia, como las de 110 Volt, 6 W ó 220 Volt 25 W, que tienen la misma resistencia.

La frecuencia se varía alterando algunos de los valores del puente R_1 R_2 C_1 C_2, tal como veremos en un circuito práctico. La señal de audio se aplica a una válvula amplificadora de la cual se toma la salida en su circuito de cátodo. Este circuito que hemos mostrado es sumamente elemental y sólo nos produce ondas senoidales. El control de salida no puede considerarse un atenuador cabal y el rango de frecuencias es muy restringido; pero sirve de base para que podamos comprender el funcionamiento de un aparato mucho más completo que emplea el mismo principio y que brinda las posibilidades que pueden exigirse a un modelo de laboratorio.

Si quisiéramos generar ondas cuadradas podríamos seguir el principio expuesto en la figu-

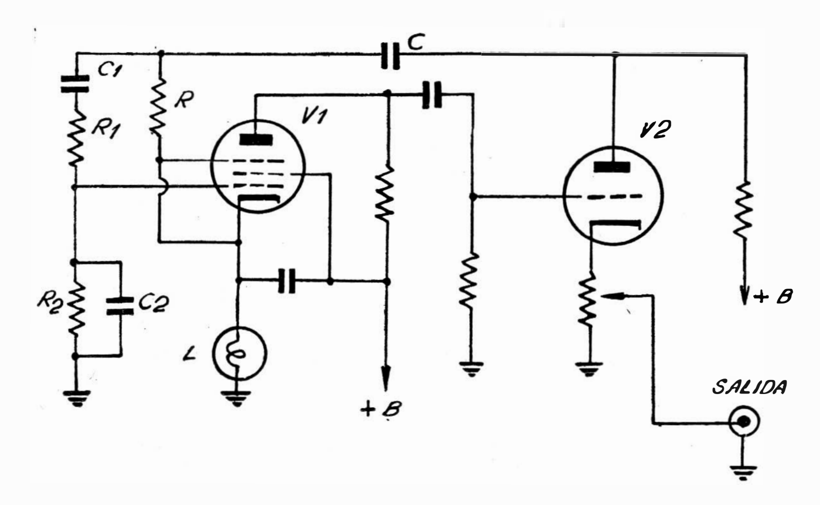


Fig. 102. — Circuito básico de un generador de audio a puente de Wien.

Consta de dos etapas y tiene la particularidad que la salida de placa de la segunda válvula se reinyecta a la primera a través del capacitor *C*. Esa realimentación se dosifica por la serie formada por el resistor *R* y la lámpara especial *L*. Esta lámpara tiene la particularidad de que si

ra 40, amplificando la señal senoidal y alimentando con ella a una válvula con baja tensión anódica para provocar su saturación. O también se puede hacer un multivibrador controlado por la señal senoidal; es sabido que tal montaje proporciona una señal multiarmónica cuya forma

compuesta de onda es también rectangular. Algunos diseños comerciales prefieren este segundo sistema por considerarlo más perfecto, aunque requiere mayor cantidad de elementos.

GENERADOR DE AUDIO SIDERAL MODELO GRC-60

Entre los osciladores de audio que se encuentran en plaza describiremos este modelo que responde a las siguientes especificaciones de fábrica:

Ondas senoidales: de 20 c/s a 200 Kc/s en cuatro bandas; el dial en lectura directa va de 20 a 200 y el selector de bandas aplica factores 1 - 10 - 100 y 1.000, por los cuales se multiplican las lecturas en el dial. La distorsión es inferior al 0,4 % y la potencia de salida 200 mW. La salida media en tensión directa es de 10 V rms (valor eficaz); el atenuador tiene 5 posiciones que aplican a esa cifra los coeficientes divisores 1 - 10 - 100 - 1 K - 10 K, o sea que las salidas con atenuador son 1 V - 0,1 V - 0,01 V y 0,001V, respectivamente. La impedancia de salida es 3 Kilohm para el atenuador en la posición primera y 600 Ohm en las restantes.

Ondas rectangulares: de 20 c/s a 200 Kc/s en cuatro bandas, con las mismas explicaciones sobre el selector de bandas y escala del dial. La tensión de salida es de 0 a 10 Volt pico a pico, atenuador en la posición :1, y hay en ese atenuador tres posiciones; la primera es :1, la segunda es :10, o sea con salida máxima de 1V, y la tercera es :100, o sea con salida máxima 0,1V. La impedancia de salida es de 200 Ohm para el atenuador en la posición :1, de 50 Ohm para la posición :10 y de 5 Ohm para la :100. El tiempo de establecimiento de la señal es de un sexto de microsegundo.

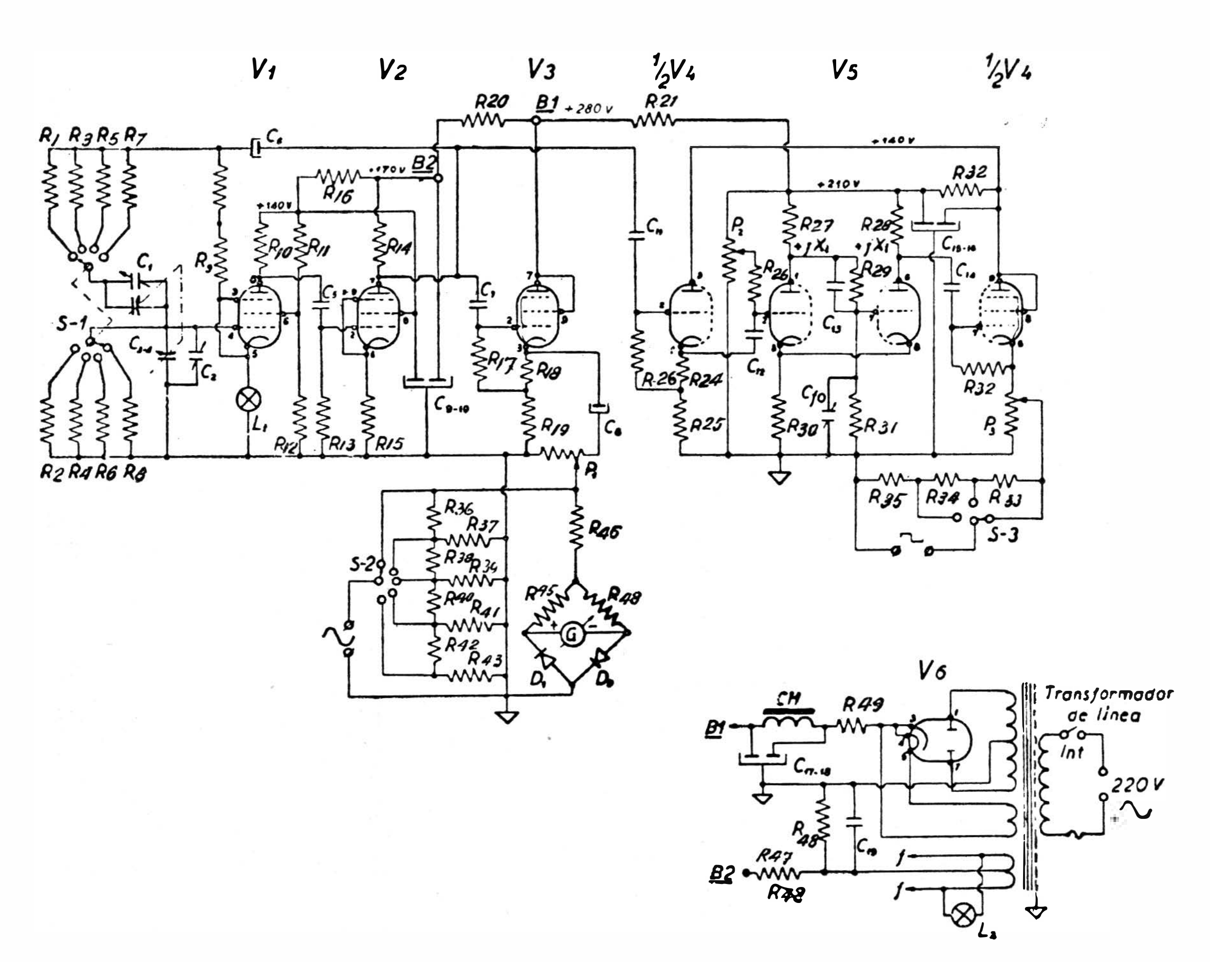


FIG. 103. — Circuito interno del oscilador de audio Sideral modelo GRC-60.

Medidor de salida. El voltímetro marca direc-

tamente de 0 a 10 en Volt eficaces (rms) para la salida directa. Para las otras posiciones de los atenuadores se aplican los divisores indicados en los mismos. El mismo instrumento tiene otra escala graduada en decibeles de —6 a +20 graduada para OdB = 1V rms; este instrumento tiene una exactitud del 2 % y su respuesta a frecuencia es plana en toda la gama cubierta por el generador.

Especificaciones generales. Se garantiza una exactitud de frecuencia del 2 %, con una estabilidad del 1 % con fluctuaciones en la línea de hasta 10 %. La graduación de los atenuadores es precisa dentro del 2 %; el zumbido residual se mantiene por debajo del 0,1 %. La alimentación es de 220 Volt c.a. con un consumo de 60 W. Sus dimensiones son: ancho 40 cm, alto 30 cm y fondo 25 cm.

Circuito general

La figura 103 nos muestra el esquema del aparato, donde vemos que utiliza variación de frecuencias por el sistema de puente de Wien, con fuerte realimentación negativa compensada por la acción de una lámpara L de filamento metálico. El divisor de la tensión de realimentación lo forman esa lámpara con el resistor R_9. Se logra así regular la tensión de salida y corregir la distorsión. La sintonía o variación de frecuencia se logra con las dos secciones de un tandem doble C_3C_4 y los cuatro rangos se obtienen cambiando los resistores de las dos ramas del puente mediante la selectora S_1. Las dos válvulas V_1 y V_2 forman el oscilador propiamente dicho y V_3 es una etapa en seguidor catódico de cuyo cátodo se toma la tensión senoidal de salida. Vemos allí la conexión del atenuador de 5 posiciones y la inserción del medidor de salida, que es un galvanómetro conectado con un rectificador doble.

El mismo oscilador senoidal excita al generador de ondas cuadradas formado por las válvulas V_4 y V_5 que trabajan como un multivibrador de realimentación catódica y un seguidor catódico final, de cuyo circuito de cátodo se toma la señal rectangular de salida a través de un atenuador de 3 posiciones. Las frecuencias de salida están dadas por el control ejercido sobre el oscilador senoidal, de manera que se usa la misma escala del dial y el mismo selector de rangos o bandas.

Se comprueba así que este aparato posee dos generadores, uno de ondas senoidales y otro de ondas cuadradas; esto tiene la ventaja de poder utilizar separadamente o conjuntamente las dos señales, ya que tiene dos juegos de bornes. Por ejemplo, podemos visualizar la imagen senoidal en la pantalla de un osciloscopio usando como barrido la señal cuadrada.

Uso del aparato

Para la utilización de este instrumento debemos observar el panel frontal en la figura 104, a fin de familiarizarnos con sus controles. A la izquierda están todos los comandos del generador de ondas cuadradas y a la derecha los correspondientes a las ondas senoidales. Los bornes rojo y negro de la izquierda son, entonces, para ondas cuadradas y los bornes de idénticos colores de la derecha son para la salida de las senoidales; entendido que los bornes negros corresponden a masa.

En el frente tenemos el gran dial con su escala graduada en el círculo giratorio y en la parte superior hay un índice marcado en una placa fija de celuloide. A la izquierda, arriba, está la palanquita de la llave de encendido y a la derecha, arriba, está el indicador de salida, graduado en Volt rms y en dB, tal como ya se ha explicado.

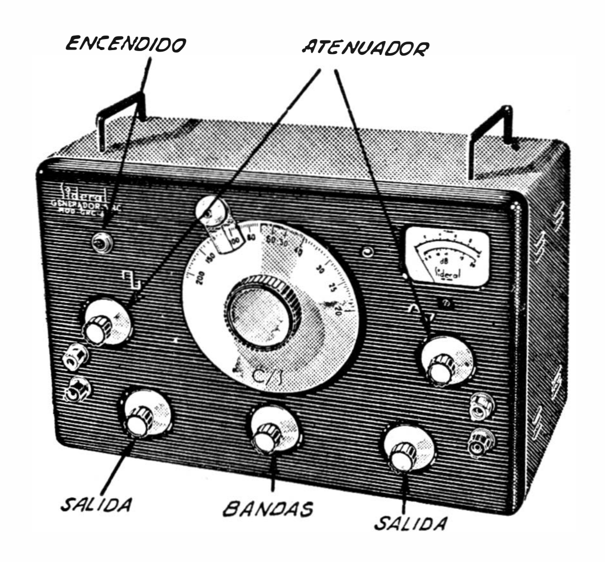


Fig. 104. — Aspecto exterior del oscilador de la figura 103.

Cuando se desean señales senoidales se usan los bornes de la derecha, donde se aplican los terminales del cable de prueba, que es blindado bifilar. Se coloca la banda deseada con el selector inferior y la frecuencia con el dial; se pone el atenuador en la posición que corresponde

a la máxima tensión de señal que se necesita y con la perilla indicada *salida* se gradúa ésta leyendo en el voltímetro el valor eficaz de esta tensión.

Si se desean señales de forma rectangular usamos los bornes de la izquierda, y usamos el selector de bandas y el dial en la misma forma explicada. El atenuador se coloca de manera de obtener la máxima tensión pico a pico deseada y la perilla marcada *salida* nos da las fracciones de esa tensión, ya que el medidor de salida solamente trabaja para ondas senoidales, de modo que en las cuadradas no podemos leer sus indicaciones.

Si el circuito adonde se conectará la salida de ambos generadores tiene presencia de corriente continua, conviene intercalar un capacitor para evitar que esa componente continua entre al aparato.

Reajuste en caso de reparación

En caso de fallas, el esquema general da los valores de todos los elementos para poder encarar el recambio del que se halle defectuoso. Si se cambia alguna de las válvulas del generador senoidal, debe repasarse el ajuste porque podría producirse alguna diferencia en la tensión de salida.

El ajuste se hace corrigiendo el valor del resistor R_9 que regula el lazo de realimentación, y se hará hasta que el instrumento acuse una salida de 10 Volt en todas las bandas con el control al máximo y el atenuador en salida directa :1.

Si se cambiara la válvula 12AT7 puede alterarse la simetría de la onda rectangular; en ese caso se retocará el potenciómetro de preajuste P_2 observando la onda de salida en la pantalla de un osciloscopio.

Día 9

Como se dijo al comienzo de la jornada anterior, estamos en la serie de aparatos de generación, o sea los que nos entregan una señal de características determinadas para ser aplicadas en la entrada o en otra parte de un circuito o equipo. No realizamos mediciones, sino como operación accesoria; por ejemplo, en el generador de audio leíamos un instrumento, pero sólo para saber la magnitud de la señal que nos entrega el generador. O sea que las escalas de los aparatos generadores no son de lectura para medir magnitudes sino de lectura para hacer que el aparato nos produzca una señal de esa cifra, la que graduamos previamente en la escala.

El segundo tipo de instrumento de laboratorio que pertenece a la categoría de los generadores es el oscilador de radiofrecuencia, también llamado generador de R. F. Lo conocemos por haberlo descripto en forma general en el capítulo 3 y ahora nos ocuparemos de él detalladamente, para lo que elegiremos algunos de los aparatos ya construidos que se encuentran en plaza, que es en la mayoría de los casos el que debe manejar el lector; si el que él tiene no es de ese tipo, el procedimiento explicado le sirve, pues los distintos modelos no difieren sustancialmente entre sí.

GENERADORES DE RADIO FRECUENCIA

En el capítulo 3 hemos ya hablado de estos instrumentos y sabemos entonces cuál es su principio de funcionamiento: un circuito resonante aplicado a una válvula para que su propiedad amplificadora entretenga las oscilaciones; se provoca una realimentación o sea una inyección en la entrada de parte de la señal de salida y tenemos así compensadas las pérdidas naturales del circuito resonante.

Para variar la frecuencia alteramos uno de los dos factores del circuito resonante, L o C; en la práctica es más cómodo variar C utilizando capacitores variables. La gama de frecuencias que puede cubrir un capacitor variable va desde una frecuencia dada hasta otra tres veces mayor. Entonces, para ampliar el espectro de frecuencias a producir, se cambia la bobina por otra y así tenemos otra vez una gama que abarca desde una nueva frecuencia hasta otra tres veces mayor. Con varias bandas se puede cubrir un espectro muy amplio que va desde un centenar de Kilociclos hasta uno o más centenares de Megaciclos por segundo.

Es importante destacar que cuando sólo se diseñaban generadores de R. F. para aplicaciones en radio era suficiente que llegaran hasta los 30 o algo más de Mc/s, pero la TV ha impuesto cifras mayores; en efecto, cualquier generador de R.F. que llegue hasta 50 Mc/s o más, puede ser usado como *marcador,* y eso lo veremos más adelante. En realidad, un buen generador marcador debe llegar hasta los 240 Mc/s para considerarse completo. Este es tema para unas cuantas jornadas más adelante. Pero es importante que el lector sepa que si va a dedicarse a radio solamente, cualquier generador le servirá, pero si quiere abarcar también la TV, debe adquirir uno que sirva para ello.

El esquema básico de los generadores de R. F. lo hemos explicado en la figura 36. Vimos allí que hay una válvula osciladora de R. F. y otra que genera una señal de audio, de tono fijo, con la que modulamos la señal de R. F. Vimos cómo se hacen los cambios de banda, cómo se conecta o no el modulador, cómo se gradúa la amplitud de la señal de salida, etc. El circuito básico mencionado sirve solamente como ilustración del lector, ya que los generadores comer-

ciales tienen una cantidad de refinamientos cuyo principio teórico tiene relativo interés; lo importante es saber usar el aparato.

De entre los generadores que encontramos en plaza hemos elegido dos diferentes; uno que se adquiere ya armado y que se usa exclusivamente para radio aunque es apto par ciertas aplicaciones en TV y otro que puede usarse en radio y como marcador en TV, y que se adquiere en forma de *kit* o conjunto para armar. No expresamos con esto ninguna preferencia personal sino que tratamos de ocuparnos de los modelos que pueden considerarse típicos de cada aplicación.

GENERADOR DE R.F. SIDERAL MODELO OS-2

Para la explicación del uso de este aparato nos referiremos a la figura 105 en la que tenemos una vista general del aparato. Tiene un gran dial circular en el centro, tres perillas en torno a ese dial, una llave de encendido, arriba a la izquierda y los bornes de salida. La perilla de arriba a la derecha es la selectora de bandas y tiene 6

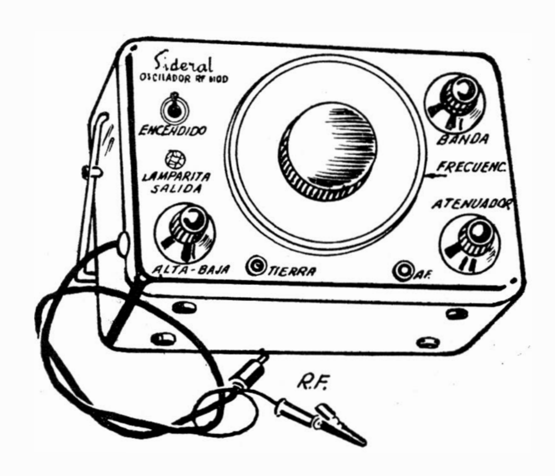


Fig. 105. — Aspecto exterior del generador de R.F. Sideral modelo OS-2.

posiciones. La perilla de abajo a la derecha es el atenuador de salida de R. F. y está graduado de 0 a 10. La perilla de abajo a la izquierda es un atenuador fijo, con dos posiciones que dicen *alta* y *baja*; se refieren a la salida de R. F. Debajo de la llave de encendido hay una lamparita que indica cuando funciona.

Los bornes de salida son de dos tipos. Para R. F. sale por el costado izquierdo un cable blindado que tiene dos clips en su extremo, uno con punta de cable aislada y otra desnuda para masa. Ese cable se aplica a los puntos de circuito del aparato en prueba a los que se quiere aplicar señal de R. F. Si esa señal debe ser modulada con tono fijo de audio, se acciona una llave corrediza que hay en el costado derecho, y que no se ve en la figura por la perspectiva con que ha sido dibujado; está indicada con *Mod-No*, o sea con y sin modulación. Para tomar la señal de audio solamente hay dos bornes debajo del dial principal; el de la izquierda es el de masa y el de la derecha es el vivo. Esta señal de audio es de 400 c/s y puede ser usada para comprobar funcionamiento de etapas de amplificadores.

Especificaciones generales

El aparato tiene dimensiones bastante reducidas: 24 cm de ancho por 16 cm de alto, por 12 cm de fondo, y pesa 2,5 Kg. La fábrica garantiza una precisión del 1 % en las frecuencias indicadas en el dial. La salida máxima es de unos 100 milivolt y la modulación es del 30 por ciento de profundidad. La señal de audio tiene una salida de 0,5 Volt sobre un resistor de 250 Kilohm. La alimentación del aparato es para 220 Volt de alterna y consume unos 20 Watt. Está provisto de un asa rebatible que girada hacia atrás sirve de apoyo para que el aparato quede inclinado, formando un ángulo de 45°, que es lo que se ve en la figura 105.

Se indica además que la irradiación parásita ha sido reducida al mínimo por estar blindados todos los elementos del atenuador de salida y disponer de un filtro de línea a inductancia capacidad en la entrada de la alimentación alterna.

Bandas de frecuencia

El dial tiene 6 escalas que corresponden a las 6 bandas de frecuencia que tiene el aparato. La selectora de bandas, arriba a la izquierda, permite elegir una de ellas a

Banda *A*: 170 a 500 Kc/s
Banda *B*: 550 a 1600 Kc/s
Banda *C*: 1,8 a 5 Mc/s
Banda *D*: 6 a 18 Mc/s
Banda *E*: 20 a 50 Mc/s
Banda *F*: 50 a 100 Mc/s

Con la aclaración de que la banda *F* no es generada sino que utiliza la segunda armónica de la banda *E*.

Antena fantasma

Es curioso que la mayoría de los generadores de R. F. no venga provista de una antena fantasma, que es necesaria para usar el aparato. Entonces indicaremos a los lectores qué es y cómo se hace, para que la construya y la coloque como un accesorio en cualquier tipo de generador que posea.

Una antena fantasma reproduce las condiciones eléctricas de una antena captadora y cuando se calibra un receptor hay que conectarla a su entrada para que su efecto sobre la entrada del receptor sea equivalente al que hará después la antena normal cuando el receptor funcione. Se evitará así que la calibración sea incorrecta por la influencia que esos efectos puedan producir. Cabe advertir que esto no tiene una importancia muy grande, pero en un laboratorio debe saberse trabajar bien aunque a veces se omitan algunas operaciones por razones de distinta índole.

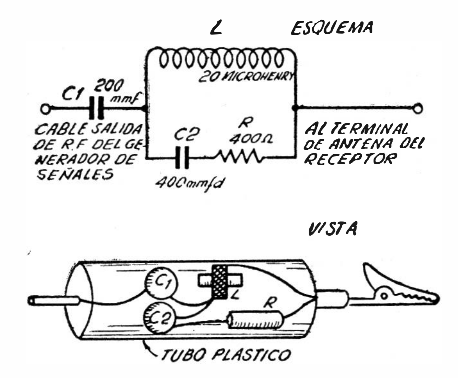


Fig. 106. — Esquema y aspecto constructivo de una antena fantasma.

La antena fantasma más común es la que vemos en la figura 106. Consta de dos capacitores, una bobina y un resistor, conjunto que debe intercalarse entre la punta viva del generador de señales y la entrada de antena del receptor cuando se ajustan las secciones de R. F. (no las de F. I.). Los dos capacitores pueden ser cerámicos para que sean pequeños; el resistor es de 1/2 Watt y el choque se consigue en plaza. Todo el conjunto se puede colocar dentro de un tubo plástico de los que sirven de envase para píldoras y haciéndole dos agujeros en tapa y fondo pasamos por uno de ellos un clip cocodrilo y por el otro un terminal para aplicar el clip del generador.

Normas sobre calibración

Tanto para el generador que estamos describiendo como para otros modelos, hay normas generales que cubren el proceso para evitar inconvenientes, desajustes y para seguir el proceso más conveniente. Estas normas suelen especificarse en los folletos que acompañan a cada aparato. En este generador dicen:

Para calibrar un receptor debe usarse la señal de R. F. más baja posible para evitar la acción del C.A.S.

Para calibrar la sección de F. I. debe conectarse en serie con la punta viva del cable coaxil de salida un capacitor de 0,01 mfd, sin usar la antena fantasma. El otro extremo de ese capacitor va a la grilla de control de la conversora. Se abre completamente el tándem y se lleva al máximo el control de volumen del receptor. Se coloca con el selector de bandas la *A* y se busca en el dial la F. I. del receptor, graduando los controles de atenuación hasta oir en al parlante el tono de 400 c/s. Se retocan los transformadores de F. I. sean los de trimers o los de núcleo ajustable, empezando por el segundo y siguiendo por el primero hasta obtener máxima salida. Si durante la operación el sonido es muy fuerte se rebaja la salida del generador con los atenuadores. Conviene disponer de un medidor de salida para un mejor ajuste.

Para la sección de R. F. del receptor, se coloca en serie con el clip vivo del generador la antena fantasma y el clip de ésta va al borne de antena del receptor; el otro clip va a chasis. Luego se siguen las indicaciones dadas por el fabricante de bobinas acerca de las frecuencias de calibración, y según las bobinas tengan o no núcleos de hierro ajustables. Es de hacer notar que las normas generales sobre calibración se dan en todos los libros sobre *Service de Radio,* inclusive en el que corresponde a la misma colección que el presente.

GENERADOR DE R.F. PACO MODELO G-30W

Este oscilador de R. F. es un aparato muy completo que puede armarse sin niguna dificultad con el juego de elementos que viene en una caja. El manual de instrucciones está en inglés, pero las figuras son muy explicativas y el esquema que vemos en la figura 108 es suficientemente claro. Opcionalmente, puede adquirirse armado y listo para funcionar .

Vemos en el esquema general que tiene una

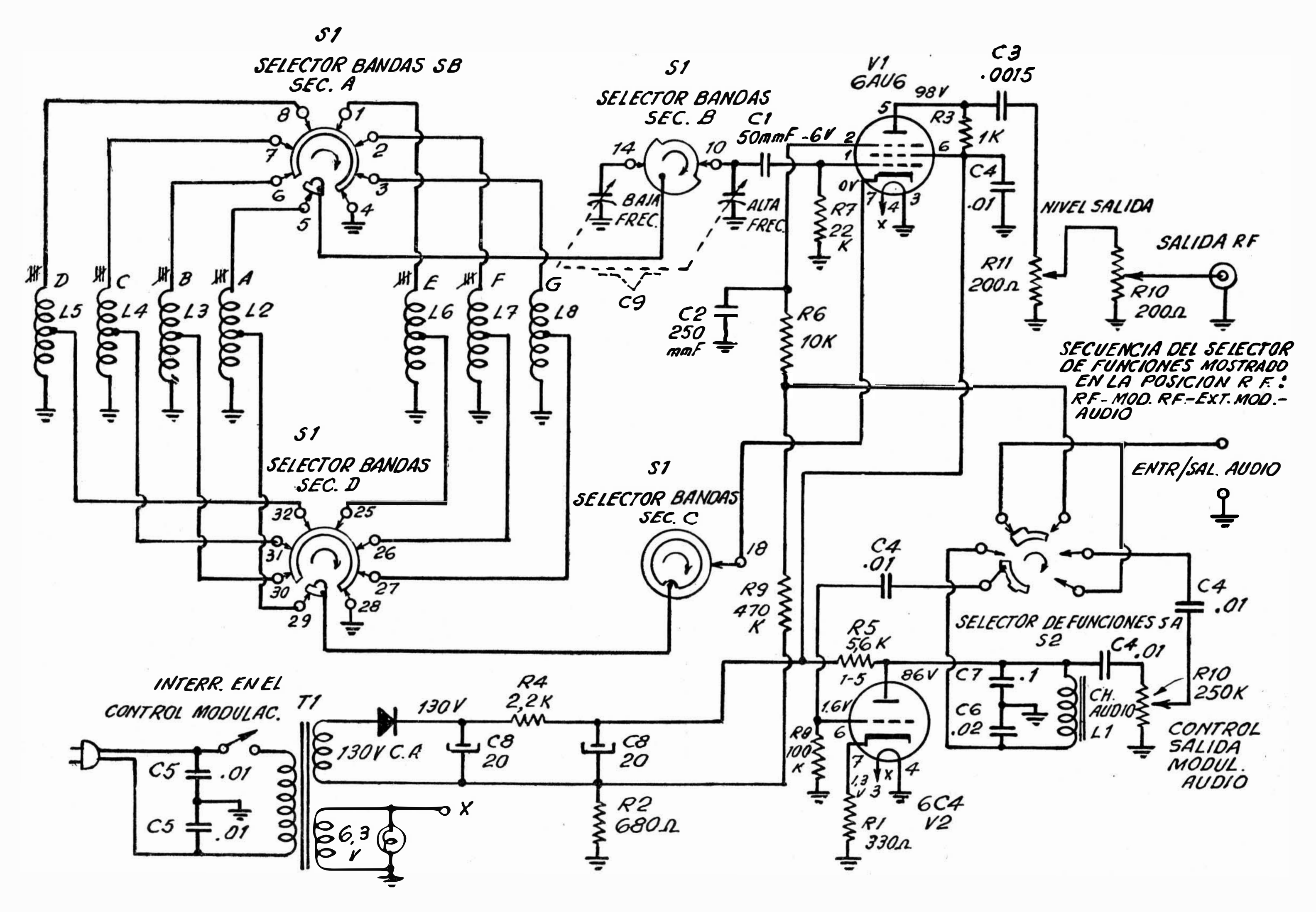


FIG. 107. — Esquema interno del oscilador de R.F. Paco modelo G-30W. Todas las mediciones de tensión realizadas con el selector de funciones en la posición *RF MOD* y el selector de bandas en la posición *D* se han tomado con respecto a chasis.

válvula 6AU6 como osciladora y que los circuitos resonantes son del tipo Hartley, con selectora de bandas de 8 posiciones. La moduladora es un triodo 6C4. Puede inyectarse modulación externa, de otra frecuencia o forma de onda; puede tomarse salida de audio graduable, y salida de R. F., con o sin modulación. Hay dos

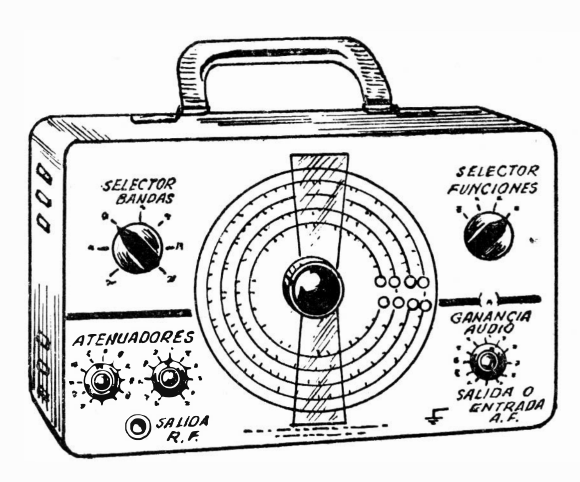


Fig. 108. — Aspecto del panel del oscilador de la figura 107.

atenuadores para regulación gruesa y fina. La alimentación de los modelos originales es para 110 Volt de alterna, pero puede cambiarse el transformador o colocar un pequeño autotransformador de 220/110 Volt. Las bandas son:

Banda *A*: 160 a 520 Kc/s
Banda *B*: 520 a 1700 Kc/s
Banda *C*: 1,7 a 5,5 Mc/s
Banda *D*: 5,2 a 16 Mc/s
Banda *E*: 15 a 30,5 Mc/s
Banda *F*: 29 a 60 Mc/s
Banda *G*: 60 a 120 Mc/s
Banda G_2: 120 a 240 Mc/s

Con la salvedad de que la banda G_2 no tiene generación propia sino que trabaja con las segundas armónicas de la banda *G*. Como se ve por la máxima frecuencia alcanzada, este generador es completamente apto para ajustes en TV, ya que no solamente cubre las gamas de F. I. de video usuales sino también las frecuencias correspondientes a todos los canales. En la oportunidad ya mencionada volveremos sobre este particular.

Manejo del aparato

La figura 108 nos muestra una vista casi frontal para poder apreciar el panel de este generador. En el centro tenemos un gran dial calibrado directamente en frecuencias, las que están agrupadas en ocho bandas, según se ha dicho. Hay en la parte superior un vernier, cuya función explicaremos más adelante. A la izquierda, arriba, está la perilla selectora de bandas, que tiene, lógicamente, 8 posiciones. A la derecha, arriba, está la selectora de funciones, con cuatro posiciones marcadas: *R. F.* — *Mod. R. F.* — *Ext. Mod* — *Audio,* se entiende que la primera posición da salida de radiofrecuencia pura, sin modular, la segunda da R. F. modulada con tono fijo, la tercera permite modular la señal de R. F. con una señal de audio externa y la cuarta es para que por el borne de salida se tenga señal de audio de tono fijo (400 c/s).

Debajo, a la derecha hay una perilla que regula el nivel de la señal moduladora de audio, y debajo de la misma hay dos bornes para tomar señal de audio o inyectar una señal externa de audio; el borne de la derecha es el vivo y el de la izquierda es el de masa.

Siempre debajo, a la izquierda están las dos perillas de los atenuadores, uno para regulación gruesa y otro para la fina. Debajo de los mismos está el borne roscado para conexión del cable coaxil de salida.

El manejo del aparato, conociendo los controles, es el mismo que el explicado para el otro modelo, con el agregado que pueden hacerse otras operaciones. Por ejemplo, la ocasión de inyectar señales externas de audio nos brinda la ocasión de inyectar una onda cuadrada y modular con ella la señal de R. F.; de este modo se puede estudiar el comportamiento de los circuitos sintonizados en cuanto a las bandas laterales, selectividad, etc.

Veamos ahora el vernier que tiene adosado el frente, sobre el borde superior del dial, y que se ilustra en la figura 109. Permite hacer lecturas que coinciden con otras ya realizadas, y no debe usarse para apreciar decimales entre marcaciones, ya que el dial no tiene escalas decimales. Si se marca una frecuencia determinada y luego debe volverse a la misma, el vernier permite asegurarse que se está en el punto exacto de la primera vez. La figura nos muestra, como ejemplo, que cualquier lectura entre 40,1 y 40,9 puede ser fijada con precisión; el gráfico *A* marca exactamente 40, el *B* marca 40,1 por coincidir las primeras rayitas después del 40 en el dial y después del 0 en el vernier, y el gráfico *C* mar-

ca 40,2 por similares razones. Como se ve, se trata de un dispositivo para registrar lecturas con exactitud para volver a la misma ocasionalmente.

Funcionamiento como sustituidor de señales

El presente generador es muy útil en la localización rápida de etapas defectuosas en receptores de MF, MA y TV, y en amplificadores de audio por el método de "sustitución de señal". Una señal modulada (400 c/s) de R. F. es generada para probar etapas de R. F., mezcladoras, F. I. y detectoras por este método. Se provee una señal de 400 c/s para probar etapas de audio.

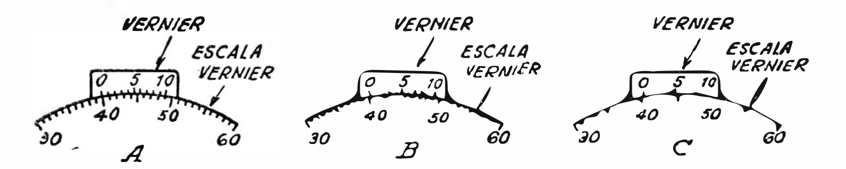


Fig. 109. — Dispositivo Vernier adosado a la escala del oscilador anterior.

La figura 110 muestra un diagrama en bloques de un receptor típico de MA. Para localizar una etapa defectuosa en este receptor, la señal del generador de señales se inyecta en la entrada de cada etapa y su salida se prueba hasta encontrar la etapa en la cual la señal se pierde o distorsiona. Es lógico comenzar probando la etapa de salida, continuando hacia atrás, es decir, la etapa de R. F. La señal de salida puede ser probada por medio del parlante, teléfonos, V. E. u osciloscopio, que es lo más conveniente.

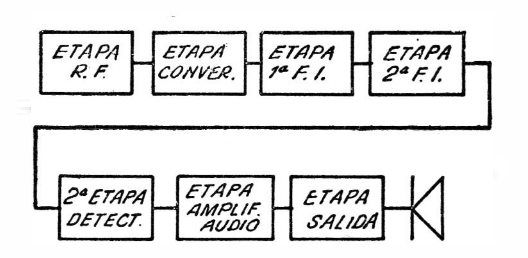


Fig. 110. — Diagrama en bloques de un receptor típico de MA.

El receptor en prueba y el generador de señales deben ser encendidos y dejar que alcancen su temperatura de régimen. Un cable con punta de pruebas se inserta en cada enchufe de audio y el selector de funciones se coloca en la posición de *Audio,* en la que el generador estará produciendo una señal de 400 c/s, cuya amplitud se regula por medio del control *Audio Mod. - Output* (salida de audio modulada). El control de volumen del receptor en prueba debe estar girado al máximo y el cable de pruebas que viene del enchufe negro (negativo) conectado al chasis del receptor. El cable de prueba proveniente del enchufe rojo (positivo) se aplica a la entrada de la etapa de salida de audio y el control de salida del generador se ajusta hasta que la señal de 400 c/s se oiga claramente a través del parlante del receptor. Si la etapa de salida a probar es en contrafase (push-pull) el cable de pruebas debe ser aplicado a la entrada de una de las válvulas de salida de audio notando bien el nivel de salida, pues a continuación se conecta el cable de pruebas a la entrada de la otra válvula y el nivel de salida debe ser el mismo. Si no se oye ninguna señal en el parlante o si en cualquiera de los dos casos en la salida contrafase el nivel difiere mucho, el defecto está en la etapa de salida. El paso siguiente es inyectar la señal en la entrada de la etapa amplificadora de audio y si se comprueba que esta etapa funciona correctamente, se conecta el cable de pruebas de R. F. al generador y el selector de funciones se coloca en la posición *Mod. R. F.* El conductor "vivo" (inferior) del cable de R. F. se conecta a la entrada de la etapa detectora y el blindaje al chasis. El selector de bandas se coloca luego en la posición en la cual cubra la F. I. del receptor en prueba, y el dial se coloca en esta frecuencia. Si la etapa funciona satisfactoriamente la señal se oirá en el parlante. Cada etapa de F. I. se probará de la misma manera, es decir, primero la segunda, y luego la primera. Si todas las pruebas conducen a demostrar el buen funcionamiento, se sintonizarán el receptor y el generador a la misma frecuencia. La salida de R. F. del generador se inyecta ahora en la entrada de la etapa mezcladora, prueba que demostrará si está funcionando y también si

el oscilador local está operando. La salida de R. F. del generador se conecta a continuación a la entrada de la etapa de R. F. del receptor. En aquellos que usan antena de cuadro el mejor acoplamiento se consigue haciendo un lazo simple, el que se conecta al cable de R. F. y colocado cerca del receptor. De este modo se prueban las etapas y puede tenerse una visión completa del rendimiento del receptor.

Calibración de receptores de M.A.

Para asegurar la eficacia y la exactitud debe permitirse que el generador alcance la temperatura de régimen a través de unos 10 minutos de calentamiento, después de los cuales el oscilador permanecerá muy estable.

En muchas circunstancias puede ser necesario conectar el generador a un punto de un receptor que tiene una diferencia de potencial con respecto a tierra. En estos casos es indispensable insertar un capacitor en serie con el conductor "vivo" de la punta de pruebas de R. F. a fin de bloquear la tensión de c.c., la que puede dañar los controles de atenuación o introducir un corto circuito de baja resistencia a través del circuito bajo prueba. Se recomienda un capacitor de 0,002 mfd, 600 Volt.

Debe prestarse atención especial a los circuitos que tienen C. A. S. (control automático de volumen). Cuando se realizan pruebas de ganancia de etapas, es aconsejable inhabilitar el C. A. S. y conectar una batería o una fuente de polarización desde tierra o —B a la línea de C. A. S. (el positivo al chasis).

Para la mayoría de los trabajos será suficiente 1,5 Volt; sin embargo, algunos circuitos pueden requerir tensiones más altas para prevenir oscilaciones o disminuir la ganancia.

En la alineación de receptores superheterodinos de MA, hay tres secciones a ser consideradas, y cuya calibración debe hacerse en este orden:

1) Sección de F. I.
2) Sección osciladora.
3) Sección de R. F.

1) *Sección de F. I.*: Se coloca el selector de bandas en la posición correspondiente a la F. I., el selector de funciones en la posición *Mod. R. F.* y se conecta el cable de R. F. a la grilla de la válvula conversora o mezcladora. Todos los controles del receptor en prueba deben estar en la posición de máximo. A través del secundario del transformador de salida, o de la bobina del parlante, se conecta un medidor de salida que tenga una escala de bajas tensiones de c. a.

La salida de R. F. del generador se ajustará para dar una pequeña lectura en el instrumento.

Los transformadores de F. I. se ajustarán para una máxima deflexión de la aguja del medidor de salida. El orden a seguir será desde la última F. I. hacia la primera. La salida del generador se mantendrá a su nivel más bajo posible mientras pueda leerse la deflexión en el medidor de salida.

2) *Sección osciladora.* El cable de salida de R. F. puede conectarse a la mezcladora o al terminal de antena, y el cable de tierra al terminal de tierra del receptor o al chasis. (En receptores que usan antena de cuadro, el acoplamiento se realiza en forma más efectiva haciendo un lazo con el cable de R. F. y sujetándolo a la antena). El generador se coloca en una frecuencia cercana a la del extremo más alto de la banda y el dial del receptor se coloca en esa misma frecuencia. El ajuste del oscilador se realiza para la máxima indicación del medidor de salida.

3) *Sección de R. F.* El cable debe conectarse ahora al terminal de antena del receptor y el cable de tierra al chasis.

Es de buena práctica conectar una antena fantasma para toda onda entre el generador y el receptor (Ver Fig. 106).

El generador de señales se coloca a una frecuencia del extremo más alto de la banda y el receptor se sintoniza para máxima salida. El ajuste de R. F. se realiza ahora para la máxima salida del receptor leída en el medidor de salida.

El generador se dispondrá luego en una frecuencia en el extremo más bajo de la banda, y el capacitor de sintonía se girará hacia ambos lados, a través de la señal, mientras los padders de R. F. y del oscilador de baja frecuencia se ajustan para máxima salida. En algunos receptores el único ajuste previsto para el extremo más bajo de la banda, es separar las placas del rotor, las que pueden ser curvadas para su ajuste exacto.

Calibración de receptores de M.F.

Básicamente, las secciones de F. I., R. F. y osciladora de un receptor de M. F. se alinearán de manera similar a la alineación de los receptores de M. A.

Una de las principales diferencias, en comparación con la alineación de receptores de M.

A., es la que corresponde al circuito detector. Se usan dos circuitos básicos. Uno combina una válvula como limitador y un discriminador, y recibe el nombre de *detector discriminador*. El otro circuito se llama *detector de relaciones*.

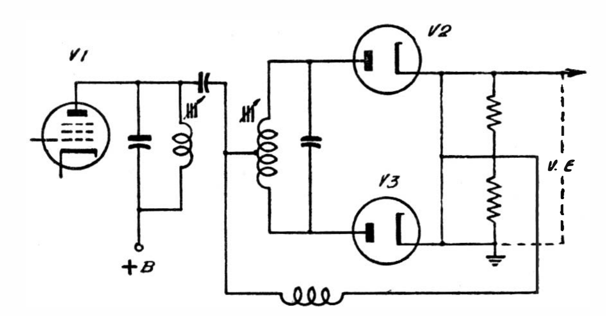


FIG. 111. — Circuito del discriminador de un receptor de MF.

Para alinear el detector discriminador, se conecta el generador de señales a la grilla de la válvula limitadora, V_1 en la figura 111, el selector de funciones se coloca en la posición R. F. (no modulada) y luego el generador se sintoniza a la F. I. especificada en el manual de service. El generador debe permanecer sintonizado a esta frecuencia para todo ajuste ulterior de las secciones de F. I. o detectora. Se conecta luego un voltímetro electrónico (V. E.) a través E. en el punto A a través del resistor de carga (R_1) del diodo detector de relaciones. Luego se conecta el generador de señales a la grilla de entrada de la primera etapa de audio, ajustándolo a la F. I. especificada para el receptor en alineación. El primario del tranformador del detector de relaciones puede ajustarse ahora para máxima deflexión de la aguja del V. E. La frecuencia seleccionada en el generador y las conexiones de éste al receptor, permanecen las mismas que cuando se realizó el ajuste del secundario del transformador. El V. E. se conecta a través de la salida de la etapa detectora (Fig. 112) entre el punto B y tierra. El secundario es luego ajustado para lectura nula en el V. E.

En algunos casos se requieren técnicas especiales para la alineación de discriminadores de M. F. y detectores de relación, para lo cual debe consultarse la información que da el fabricante del receptor en cuestión.

Usos en Televisión

La utilización más importante del generador de señales en televisión es como generador marcador, juntamente con un generador con barrido y un osciloscopio.

Este tema será estudiado más adelante.

La alineación completa puede ser realizada también usando solamente el generador de se-

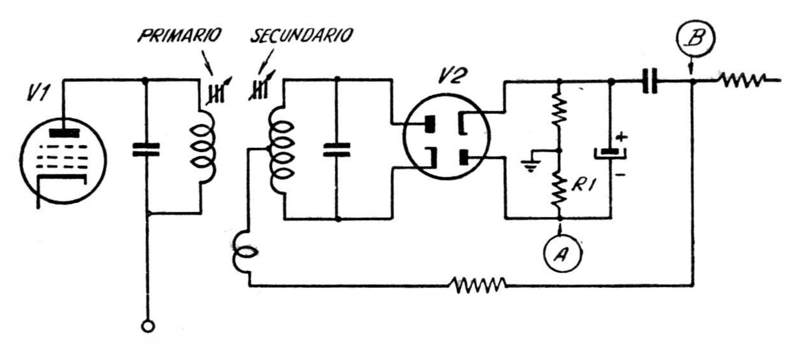


FIG. 112. — Circuito del detector de relación.

de los cátodos de V_2 y V_3 de la figura 111. El primario del transformador se ajusta para máxima salida leída en el V.E. Si no se obtiene una indicación de cresta, el secundario debe ser suavemente desintonizado hasta obtener una lectura. Después de haber obtenido el pico del primario, el secundario se ajusta para lectura nula.

Un circuito detector de relaciones (Fig. 112) puede ser alineado conectando primero un V. ñales y un V. E. Los tranformadores de F. I. de video y las trampas pueden ser alineadas conectando un V. E. a través de la salida del detector de video. El generador de señales se conecta a la grilla de entrada de la primera etapa amplificadora de F. I. de video. El procedimiento de alineación especificado en los manuales de service debe ser seguido para la alineación de la F. I. y de las trampas. En general, la alineación de R. F. se realiza conectando el

generador de señales a los terminales de antena del receptor de TV, conectando el V. E. a través de la salida del detector de video y haciendo los ajustes de acuerdo a lo indicado en el manual de service.

La sección de audio de los receptores de TV funcionan según los principios de la modulación de frecuencia (MF), por tanto, los transformadores de F. I., el limitador de audio y discriminador, el detector de relación,. son ajustados por el mismo procedimiento usado en la alineación de los receptores de radio de MF.

Es conveniente realizar una alineación preliminar con el generador de señales y el V. E. antes de hacer una alineación visual del receptor de TV al que se le hayan movido incorrectamente los controles, sacándolo del ajuste correcto.

Usos de otros modelos

Prácticamente todas las posibilidades explicadas en párrafos anteriores pueden lograrse con otros tipos de generadores de señales, cualquiera sea su marca y modelo, con las únicas limitaciones impuestas, en los televisores, por la máxima frecuencia que hace falta para ajuste de la sintonía de las portadoras de los canales. Pero las revisiones y ajustes en equipos, tal como se han descripto en los subtítulos precedentes, son perpectamente realizables con cualquier generador.

Día 10

Ya hemos estudiado los instrumentos básicos de indicación, de comparación y de generación, y recordaremos así los multímetros, los voltímetros electrónicos, los puentes, los generadores de R. F. y los de audio. Nuestro laboratorio de radio y TV comienza a tomar forma y seguramente ya hemos hecho muchas prácticas de medición. Falta un aparato muy importante que tiene una teoría diferente a los que ya hemos visto y que hoy día se considera indispensable; nos referimos al osciloscopio, instrumento tan completo y de tantas posibilidades que ha merecido libros enteros dedicados a su teoría y manejo. En la presente jornada nos dedicaremos al estudio de su funcionamiento únicamente, para destinar la próxima al manejo de uno real, de los que encontraremos en plaza. Los lectores que saben televisión encontrarán este capítulo muy sencillo, pero los que no conocen esa técnica deben esmerarse en asimilar los principios que expongamos, pues de ello depende la posibilidad de utilizar este aparato. Recomendamos al lector que encare la pronta adquisición de un osciloscopio en cuanto ello le sea posible, pues así tendrá acceso a actividades más técnicas e interesantes. Y con la breve introducción precedente, pasemos a encarar el tema del día.

FUNCIONAMIENTO DEL OSCILOSCOPIO

El osciloscopio puede ser considerado un instrumento de indicación, porque en su pantalla podemos hacer lecturas de magnitudes; también de generación, porque tiene por lo menos un generador en su interior. Pero fundamentalmente es un aparato de observación, ya que en su pantalla podemos ver formas de ondas, de complejas mezclas de señales, resultados de defasajes, en fin, visualizar directamente fenómenos eléctricos mientras ellos están ocurriendo. No podemos entonces englobarlo en algunas de las categorías que comprenden los tipos de aparatos contenidos en la clasificación inicial, sino que debemos asignarle otra y lo llamaremos aparato de *observación* o *visualización.* Para ubicar al lector en esta definición imaginemos que tenemos una tensión alternada senoidal; cualquier multímetro nos indicará en su escala una cifra, que es el valor eficaz o rms de la misma. Si tenemos que dibujarla en un papel, sabemos que su forma de onda es una senoide, y la hemos visto representada infinidad de veces; pero si la aplicamos a un osciloscopio, en su pantalla *veremos* esa senoide, o sea veremos una línea verde que es curva, y precisamente tiene la forma de la onda real, no la teórica. Esto quiere decir que si esa senoide es deformada por acción de saturaciones, de armónicas o cualquier otra, veremos la senoide deformada en la pantalla del osciloscopio, tal como es en la realidad. Claro está que para ver una senoide no se inventó un aparato tan interesante, pero con el mismo podemos ver también combinaciones de senoides cuando mezclamos corrientes de la misma o de distinta frecuencia, podemos ver señales de formas de onda cuadrada, diente de sierra o cualquier otra, podemos ver la curva de respuesta de un circuito sintonizado, en fin, podemos ver fenómenos eléctricos de cualquier tipo.

El cañón electrónico

No es difícil imaginar cómo se produce la imagen de la onda en la pantalla del tubo de rayos catódicos, pues ya hoy día cualquier aficionado a la radio y TV sabe que un rayo de electrones puede dibujar un trazo luminoso sobre una placa de vidrio cubierta de material fosforescente. Claro que esa placa forma parte de un tubo cerrado,

dentro del cual está el emisor del rayo, así como los elementos encargados de concentrarlo y desviarlo. Entonces, debemos empezar por el rayo de electrones o rayo catódico.

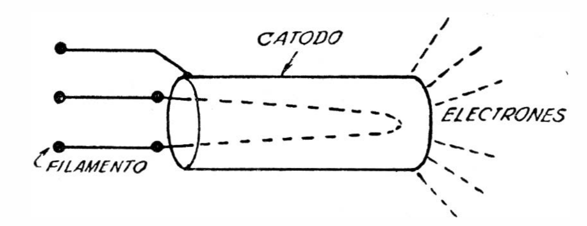


Fig. 113. — Un cátodo calentado por un filamento emite electrones.

Colocamos un filamento dentro de un tubo recubierto por sustancias ricas en electrones y eso no es otra cosa que el emisor de una válvula termoiónica, ya conocida (Fig. 113). Los electrones salen del cátodo en todas direcciones y son recogidos por la placa siempre que a ella se le dé un potencial positivo. Pero ahora no

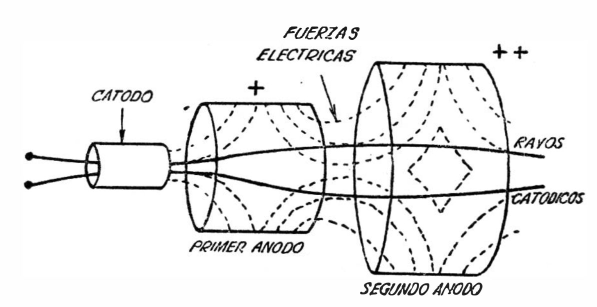


Fig. 114. — Principio del cañón electrónico de un tubo de rayos catódicos.

queremos recoger esos electrones, sino formar con ellos un haz concentrado, delgado, para poder orientarlo en la forma que se nos ocurra. Para lograrlo construimos un cañón electrónico como el representado en la figura 114. En esencia se trata de colocar delante del cátodo dos cilindros, de diámetros cada uno mayor que el anterior; estos cilindros están conectados a potenciales positivos también crecientes, de modo que el primero tiene un potencial y el segundo uno mayor. El cátodo emite electrones en la forma conocida.

Para comprender lo que ocurre debemos saber que las fuerzas eléctricas producidas por los cuerpos electrizados se disponen en forma de líneas que salen perpendicularmente de las superficies electrizadas y van de los cuerpos de mayor potencial a los de menor potencial; esto lo habrá estudiado el lector en Física, o en Electrostáica, si leyó estos temas en sus cursos secundarios, o puede leerlo ahora si le interesa ahondar en ellos. En la figura 114 hemos dibujado en punteado las líneas de fuerza eléctricas que se producen entre los tres cuerpos electrizados.

Los electrones impulsados desde el cátodo entran al campo eléctrico y deben desplazarse entre las líneas, por lo que sus trayectorias se hacen sensiblemente divergentes primero y convergentes después. Al salir del cañón electrónico tendremos un haz denso de electrones en veloz carrera, que es lo que se denomina *rayo catódico.* Ese haz llega finalmente a la pantalla o frente del tubo y al hacer impacto en la sustancia fosforescente produce un punto luminoso. En el camino del haz debemos colocar los elementos encargados de producir su desviación. La figura 115 nos muestra ya el conjunto de elementos que forman el interior de un tubo de rayos catódicos, o sea el cañón, las placas desviadoras o deflectoras y la pantalla o frente del tubo. También se ha colocado, rodeando al cátodo, un elemento conocido, la grilla, cuya misión es gobernar la densidad del haz y aumentar o disminuir así la luminosidad del punto en la pantalla; o sea que la grilla trabaja como la de las válvulas, controlando la cantidad de electrones emitidos, sólo que en este caso no gobierna la corriente anódica sino la densidad del haz y con ello, la luminosidad del punto. Pero debemos ver cuál es la misión de las placas deflectoras que hemos colocado en la figura 115 y que todavía no sabemos para qué están y por qué se llaman deflectoras.

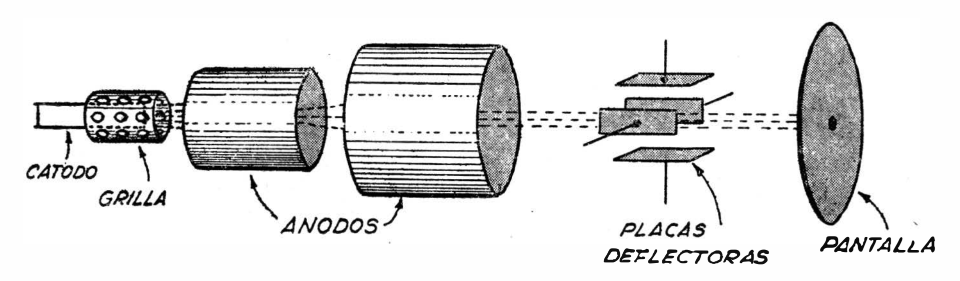


Fig. 115. — El cañón electrónico se completa con las placas deflectoras.

La deflexión del haz

Veamos un poco la figura 116 que nos muestra un electrón que viene en veloz carrera desde la izquierda hacia la derecha, cuando llega a un lugar donde hay dos placas metálicas paralelas, digamos un capacitor de aire con sus placas muy separadas. Esas placas están conectadas a los polos positivo y negativo de una fuente eléctrica cualquiera. El electrón es una carga negativa, luego será atraído por la placa positiva y rechazado por la negativa; pero la velocidad o impulso que lleva no permite que sea atraído totalmente por la placa positiva, sino que ella solamente desvía su trayectoria. El rayo, que originalmente llegaría al punto *A*, ahora irá al *B*. Y hemos dicho rayo, porque en vez de un electrón puede ser un rayo catódico completo y lo mismo podremos producir la desviación de ese rayo.

Supongamos que colocamos otros dos pares de placas, pero estas segundas estarán en posición vertical, siempre paralelas entre sí. La figura 115 las tenía, pues allí vemos dos pares de placas. Esas placas que tienen posición vertical pueden producir desviaciones del rayo en sentido horizontal; y observemos que las placas horizontales de la figura 116 producían desviación en sentido vertical. Luego, ya podemos desviar el punto luminoso en la pantalla en los dos sentidos: vertical y horizontalmente.

La figura 117 nos muestra el tubo de frente, que es la manera como observaremos al osciloscopio.

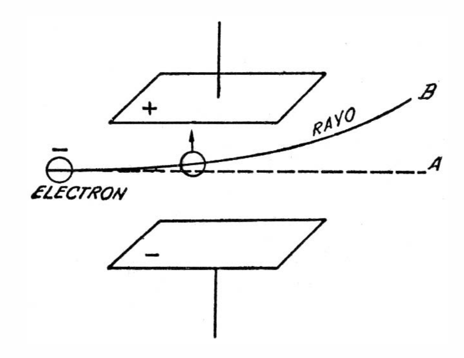


Fig. 116. — Principio de la deflexión del rayo catódico.

Las placas se dibujan de perfil frontal. En esta figura hemos conectado dos fuentes eléctricas y ambas han producido una desviación del rayo catódico, de modo que el punto luminoso aparece arriba a la izquierda en vez de estar en el centro. Invirtiendo las polaridades obtendríamos desviación en sentido inverso y disminuyendo las tensiones de las fuentes las desviaciones serían menores. Quiere decir que con los juegos de placas deflectoras podemos hacer aparecer el punto luminoso en cualquier lugar de la pantalla. Bastaría con colocar potenciómetros en las baterías de la figura 117 para aumentar o disminuir la desviación, y llaves inversoras para que ella se produzca a partir del centro hacia la izquierda o la derecha, o hacia arriba o abajo.

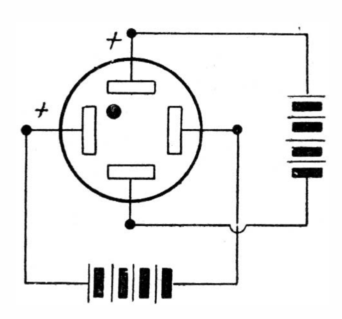


Fig. 117. — Posición del punto luminoso en la pantalla por acción de las tensiones deflectoras.

Desviación con tensiones alternas

Hemos hablado hasta aquí de un punto luminoso y él era producido por el impacto del rayo catódico al llegar al frente del tubo, debido a que ese frente de vidrio tenía un recubrimiento interno de sustancias fosforescentes. Pero siempre tendremos un punto luminoso, en cualquier posición que se desee; también sabemos que podemos hacerlo más o menos luminoso mediante el control de la grilla. Pero en la pantalla de un osciloscopio queremos ver trazos, líneas, y no puntos.

Entonces, ese recubrimiento lo hacemos con sustancias que tengan una cierta persistencia luminosa, es decir que al retirarse el rayo seguimos viendo, durante una fracción de segundo, el punto luminoso. Si hacemos mover el punto luminoso de arriba hacia abajo, la persistencia hará que veamos una raya luminosa y no un punto en movimiento. Este detalle es el que ha permitido hacer osciloscopios y también es la base de la televisión.

¿Qué ocurrirá si conectamos a un par de placas deflectoras una tensión alterna? La figura 118 nos aclara lo que ocurre; pero debemos hacer la salvedad que las placas colocadas horizontalmente, pero que producen desviaciones verticales en el rayo catódico, se llaman *placas verticales*, y las que producen desviación hori-

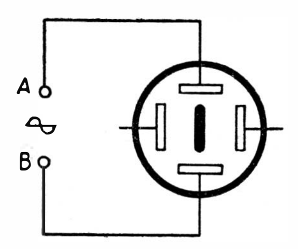


FIG. 118. — Una tensión deflectora alternada produce una raya en la pantalla.

zontal, y que están colocadas verticalmente, se llaman *placas horizontales*. Es decir, que el nombre atiende a sus efectos y no a sus posiciones dentro del tubo.

Ahora, volviendo a la figura 118, hemos conectado las placas verticales a una tensión alterna; tal tensión cambia constantemente de valor y de polaridad, de manera que el punto luminoso el rayo catódico sufrirá un movimiento vertical en ascenso y descenso. La persistencia luminosa de la pantalla nos hará ver una raya luminosa vertical. En la figura aparece gruesa pero en la realidad veremos rayas más finas; inclusive el grosor se puede graduar, según veremos.

Si ahora conectamos una tensión alterna a las placas horizontales, dejando las verticales sin conectar, ocurrirá lo mismo, pero la raya luminosa la veremos en posición horizontal, como lo muestra la figura 119.

La longitud de la raya luminosa es proporcional a la amplitud o valor de cresta de la tensión alterna aplicada a las placas deflectoras, y graduando convenientemente el frente del tubo con una escala cuadriculada transparente, podemos medir tensiones, ya que primero establecemos las cifras con tensiones conocidas; sabremos así que un mm de largo de raya corresponde a, digamos, 3 Volt de cresta a cresta. Luego, si la raya mide 7 mm tendremos una tensión de 21 Volt, que es la que ha producido la deflexión.

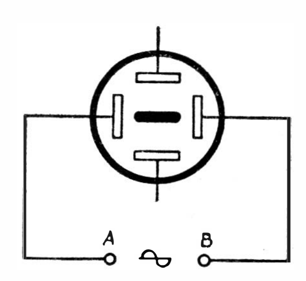


FIG. 119. — La misma raya anterior, pero en posición horizontal.

Figuras combinadas

Hemos visto que aplicando una tensión alterna a un par de placas se obtenía un trazo luminoso en la pantalla. También, que si aplicábamos dos tensiones continuas, el punto se desplazaba en forma fija, pero en ambos sentidos. Veamos ahora lo que resulta si aplicamos dos tensiones alternas a los pares de placas, o sea un tensión alterna a cada par de placas. Cuando hablamos de dos tensiones alternas hay que especificar la relación que hay entre las mismas, pues una tensión continua tiene valor y polaridad, pero una alterna tiene valor de cresta, frecuencia y fase. Comencemos por el caso

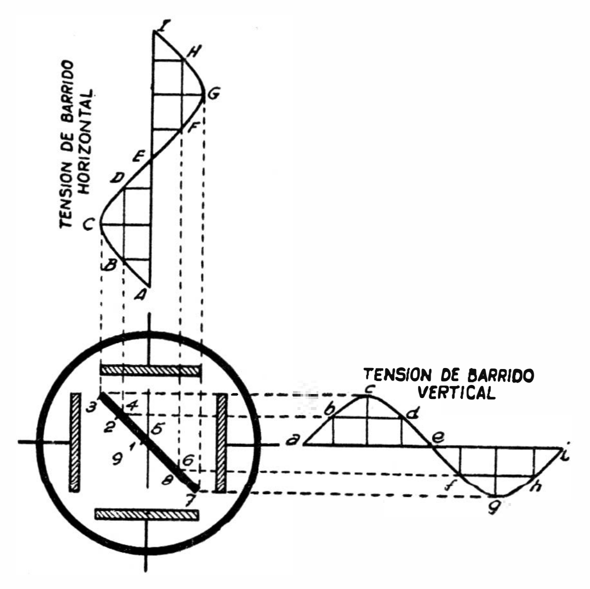


FIG. 120. — La más simple de las figuras de Lissajous se obtiene con dos tensiones alternas iguales en amplitud, frecuencia y fase.

más simple de dos tensiones alternas de igual amplitud, frecuencia y fase.

La figura 120 nos muestra lo que ocurre. Para poder obtener la imagen luminosa suponemos que las ondas están dibujadas de tal modo que tienen la misma escala o sea que un mm de altura en su gráfico corresponde a un mm de desviación del rayo luminoso en la pantalla. Si dibujamos punto por punto, con rayas auxiliares, donde se cortan las rectas punteadas encontraremos la posición del punto luminoso. Comprobamos así que el trazo en la pantalla es una recta inclinada.

Veamos cómo se llega a ese resultado porque esto es muy importante para comprender la manera como se forman las imágenes en la pantalla del osciloscopio. Sabemos que la posición

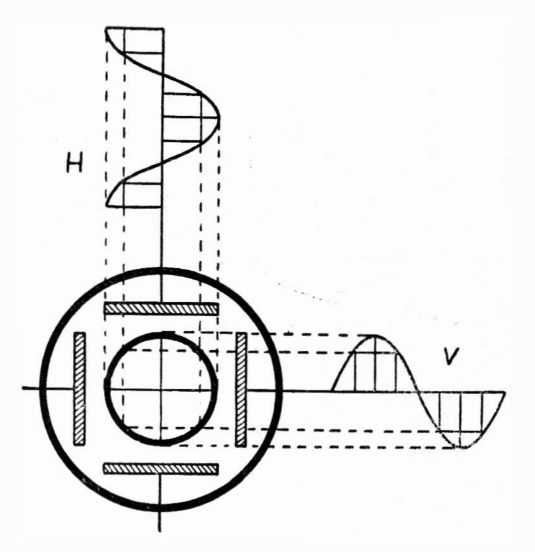


FIG. 121. — Si defasamos una de las tensiones se obtiene un círculo.

del punto luminoso en la pantalla está dado por el efecto de dos barridos, el horizontal, que determina el apartamiento del punto hacia la izquierda o hacia la derecha, y el vertical, que determina el ascenso o descenso de dicho punto luminoso. Volvamos entonces a la figura 120, en la cual hemos puesto letras mayúsculas a los puntos importantes de la onda que produce el barrido horizontal, letras minúsculas a puntos similares del barrido vertical y números, a las posiciones que toma el punto luminoso en cada uno de esos instantes importantes.

Comencemos por encontrar el lugar donde estará el punto luminoso cuando las senoides están en el instante *A* y *a*; la lógica nos dice que siendo cero ambas tensiones deflectoras, el punto luminoso estará en el centro de la pantalla, punto *1*, y eso lo comprobamos trazando las rectas imaginarias que pasan por los puntos *A* y *a* de las senoides: se cortan en el centro *1*. Ahora busquemos la posición del punto luminoso para los instantes *B* y *b*, o sea un octavo de ciclo más tarde; la tensión deflectora horizontal nos lleva el punto hacia la izquierda hasta una posición que se encuentra sobre la línea punteada vertical que pasa por *B* y la tensión deflectora vertical hace subir el punto hasta una posición que se encuentra sobre la recta punteada horizontal que pasa por *b*. Esas dos rectas punteadas se cortan en el punto *2* de la pantalla. Pasando ahora a los instantes *C* y *c*, trazamos las rectas punteadas vertical y horizontal que nos dan la magnitud de la acción de los dos barridos y ellas se cortan en el punto *3* de la pantalla. Luego haríamos lo mismo para los puntos *D* y *d* y vemos que la posición del punto es la *4* que coincide en la *2* anterior. También encontraremos que el punto *5* que corresponde a los instantes *E* y *e* de los barridos, siendo ambos nulos en valor, está en el centro de la pantalla.

Siguiendo con la construcción punto por punto encontraremos que a los instantes *F* y *f* corresponde la posición *6*; que a los *G* y *g* corresponde la *7*; que para instantes como los *H* y *h* tenemos el punto *8*, y, finalmente, para los instantes *I* e *i* debemos encontrarnos nuevamente en el centro de la pantalla puesto que en esos instantes el barrido es nulo; el punto *9*, coincidente con el *1* y el *5*, nos demuestra eso.

Ha quedado demostrado que la imagen en la pantalla del osciloscopio, cuando se aplican dos barridos senoidales iguales en amplitud, frecuencia y fase, es una línea recta. El procedimiento que hemos utilizado para obtener la figura en la pantalla puede usarse para otros tipos de barridos y es lo que haremos sin dar tantos detalles, ya que suponemos que el lector habrá seguido las explicaciones anteriores.

Cabe agregar que las imágenes obtenidas en la pantalla del osciloscopio combinando dos barridos senoidales como los de las figuras 120, 121 y 122, y todos los demás que resulten, se denominan *figuras de Lissajous*. En oportunidad de explicar el uso del osciloscopio, en el capítulo próximo, volveremos sobre ellas.

Ahora tomemos una de las tensiones defasada en un cuarto de ciclo con respecto a la otra; para los estudiosos, esto podría obtenerse de un resistor y de un capacitor, pues las tensiones en

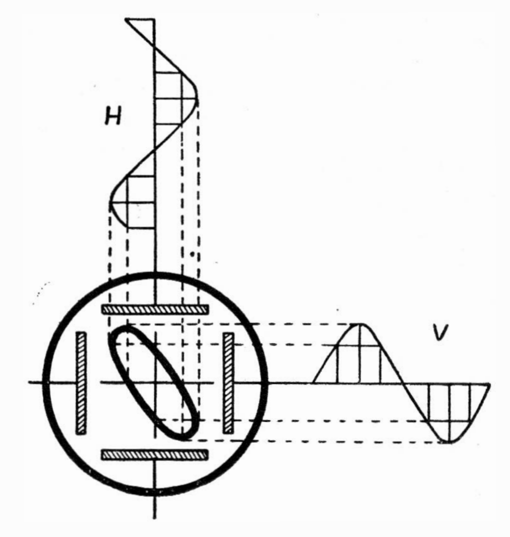


FIG. 122. — Si el defasaje no es justo de 90° la figura es una elipse.

ambos elementos, si están en el mismo circuito, guardan un defasaje de un cuarto de ciclo. La figura 121 nos demuestra que, construyendo la figura luminosa punto por punto, lo que resulta es un círculo.

Si defasamos las dos tensiones en medio ciclo, el resultado es una recta inclinada como en la figura 121, pero en el otro sentido. Y si el defasaje entre las dos tensiones deflectoras es de una cantidad cualquiera que no sea ni un cuarto, ni medio ni tres cuartos de ciclo, la figura luminosa que se obtiene es una elipse, como se ve en la figura 122. La inclinación y relación de ejes de la elipse depende del defasaje entre las tensiones, y surge de inmediato que la figura 121 es un caso particular de la 122.

Se podrían hacer dibujos muy variados si además de variar la fase producimos diferencias en las amplitudes y en las frecuencias de ambas tensiones alternas, pero el muestrario sería interminable y tiene un interés relativo para los lectores que quieren aprender a manejar un osciloscopio. Es más interesante que tratemos lo que ocurre con barrido o deflexión lineal.

Figuras con barrido lineal

La desviación del haz se llama también deflexión, y si consideramos su efecto sobre el punto en la pantalla, se prefiere hablar de *barrido.* Veamos ahora lo que ocurre si aplicamos a la deflexión horizontal una onda diente de sierra y a la vertical una onda senoidal. Por ahora, las dos ondas son de la misma frecuencia. Esta onda diente de sierra nos es conocida por habernos

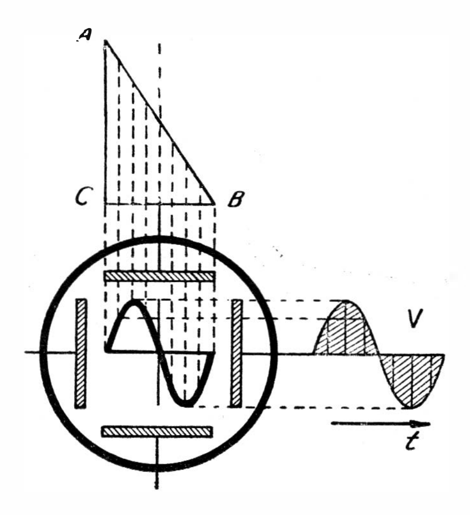


Fig. 123. — La deflexión horizontal diente de sierra permite visualizar las formas de onda de las tensiones verticales.

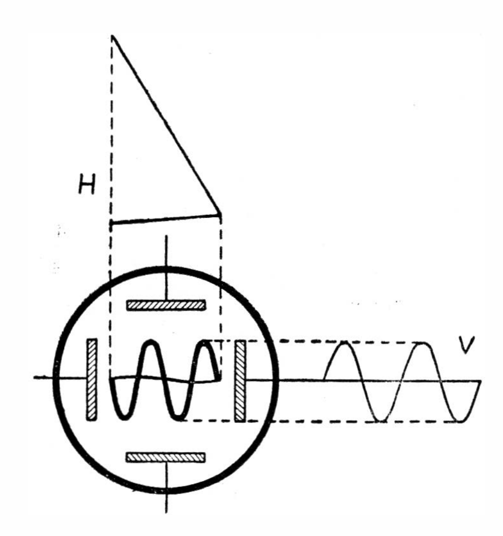


Fig. 124. — Caso que ocurre cuando la diente de sierra no tiene la misma frecuencia que la senoidal.

ocupado de ella en la figura 39. Si pensamos en el transcurrir del tiempo mientras esa onda se produce, comprenderemos que el punto luminoso se desplazará lentamente de izquierda a derecha y rápidamente volverá de derecha a izquierda, ello debido a la muy diferente inclinación de los flancos de la onda.

La figura 123 nos permite reproducir la figura que veremos en la pantalla cuando aplicamos a las placas horizontales (las de deflexión horizontal) la onda diente de sierra y a las verticales una onda senoidal. Haciendo la construcción punto por punto vemos que la figura en la pantalla será una senoide igual a la externa aplicada. Y esto es muy importante, porque nos dice cómo podemos ver una señal u onda en la pantalla del osciloscopio. Claro, no hay más que aplicarla a las placas verticales y en las horizontales debemos aplicar una señal diente de sierra de la misma frecuencia que la onda senoidal que queremos ver; además, deben estar en fase.

Para comprender el porqué deben ser de la misma frecuencia, supongamos que la senoide es una onda de doble frecuencia que la diente de sierra disponible. La figura 124 nos muestra la construcción de la imagen, punto por punto, y vemos que en la pantalla observamos dos ciclos enteros. Si duplicamos la frecuencia de la diente de sierra veremos un solo ciclo completo de la onda senoidal.

Entonces, un osciloscopio debe tener un generador de ondas diente de sierra para poder observar en la pantalla imágenes de ondas senoidales. Y es lógico que si no son senoidales, las veremos con la forma que tienen. O sea que para

visualizar fenómenos alternados necesitamos ese generador de ondas diente de sierra.

Hay un detalle en la figura 123 que llamará la atención, y es que la senoide que vemos en la pantalla aparece con una línea de cierre que une los extremos inicial y final, y que tiene una posición horizontal. La explicación es evidente: en el flanco de avance del barrido horizontal, entre los puntos *A* y *B* del mismo, el punto luminoso avanza siempre hacia la derecha, mientras el barrido vertical lo va obligando a dibujar la senoide; pero alcanzando el punto *B*, extremo derecho, hay que volver al punto a su extremo inicial de la izquierda y eso lo hace el flanco de retroceso *BC* del barrido horizontal. Como ese flanco es muy abrupto, el trazo de retroceso, llamado *retrazo* en la pantalla, es más delgado y menos luminoso que el de avance que nos dibuja la imagen; además, no es bien recto en la realidad, sino que tiene curvaturas encontradas, pero leves.

Los osciloscopios refinados tienen un dispositivo de *borrado* para eliminar el *retrazo,* a efecto de que lo que se observe en la pantalla sea únicamente la figura que corresponde a la forma de onda en estudio. Oportunamente nos ocuparemos de esto.

Controles sobre el tubo

Ya sabemos que el osciloscopio debe tener un generador de ondas diente de sierra. Pero veamos qué otras cosas debe tener para posibilitar su uso. El trazo sobre la pantalla debe poder graduarse en su espesor y en su luminosidad, luego necesitamos actuar sobre los elementos que forman esas características del trazo; como el trazo está formado por el rayo catódico, hay que actuar sobre éste.

La figura 125 nos muestra un corte esquemático de un tubo de rayos catódicos. El filamento y el cátodo nos son conocidos. Los ánodos del cañón los dibujamos con líneas cortadas, porque son los símbolos usuales en los esquemas. Las placas deflectoras aparecen en su posición espacial. Hay una conexión a una fuente de alta tensión (A.T.) que es la necesaria para producir la aceleración del haz de electrones. Por ahora nos ocuparemos del punto luminoso en la pantalla y después veremos la aplicación de las señales de barrido.

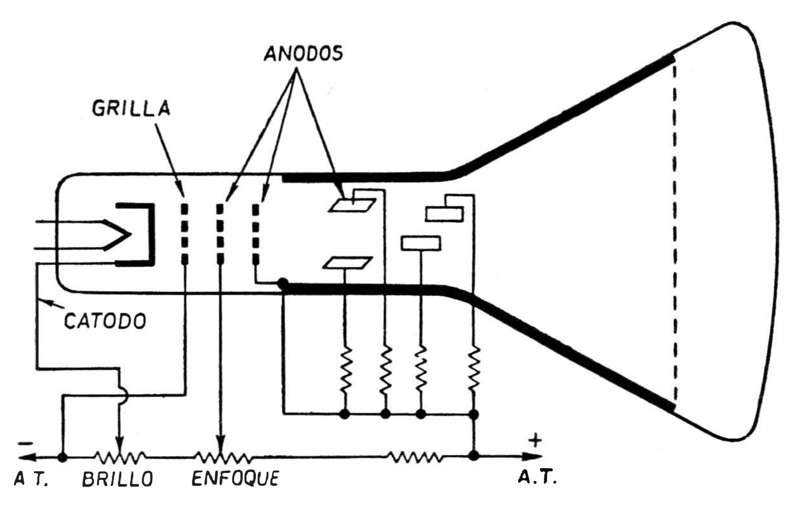


FIG. 125. — Conexiones principales del tubo de rayos catódicos.

Si colocamos un potenciómetro en la conexión entre grilla y cátodo, de modo que se pueda variar la tensión negativa de grilla, se actuará sobre la cantidad de electrones del haz, o sea que se actuará sobre el brillo del punto luminoso. Este será entonces el *control de brillo* o luminosidad que tienen todos los osciloscopios.

Si colocamos otro potenciómetro en la conexión del primer ánodo acelerador que teníamos en la figura 114, y que queda conectado como lo muestra la figura 125, variaremos con él la tensión que produce el campo eléctrico concentrador; luego alteraremos la convergencia del haz y podremos lograr un punto fino o grueso. Este es el *control de enfoque* que tienen todos los osciloscopios. También se llama *foco,* pues significa lo mismo.

Ahora podemos observar la figura 126 que nos muestra el mismo tubo en forma de símbolo con

la alimentación general. En el circuito vemos un rectificador que nos da la tensión alta de continua necesaria; se usan cifras desde 250 Volt para tubos pequeños, hasta 800 ó 1.000 Volt para tubos de 12,5 cm de pantalla. Vemos también los controles de foco y brillo y los resistores de carga de los circuitos deflectores. Nótese que el filamento del tubo se alimenta con un bobinado independiente de 6,3 Volt; ello es porque si tiene su cátodo unido al filamento, y en aquél hay una tensión continua, el bobinado de filamento para el tubo no puede llevar conexiones a masa como las tiene generalmente el de los filamentos de las otras válvulas del osciloscopio.

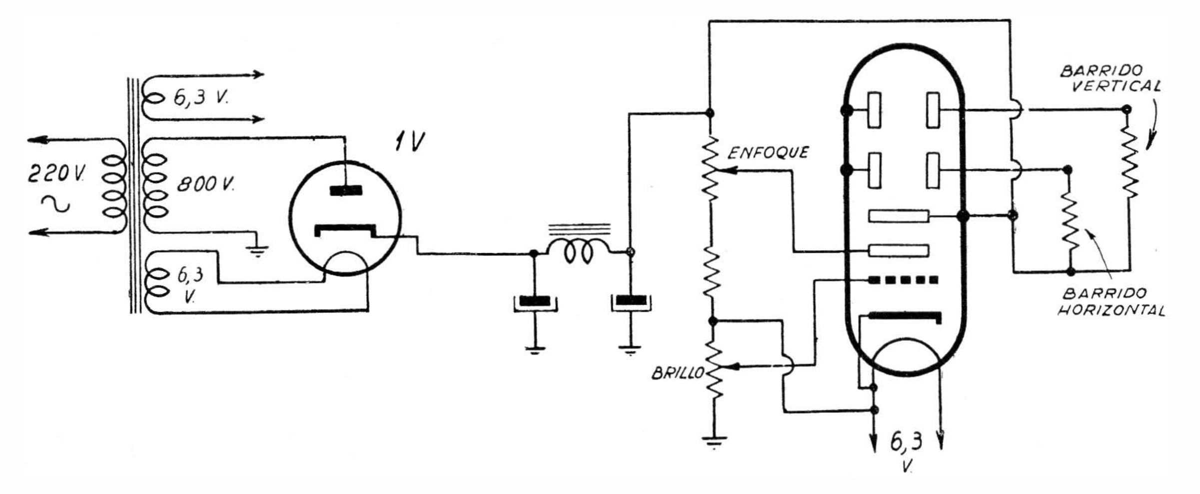


FIG. 126. — Fuente para obtener las tensiones a aplicar al tubo.

Circuito de un osciloscopio básico

Ya estamos en condiciones de estudiar el circuito de un osciloscopio sencillo para ver sus partes componentes. La figura 127 nos muestra ese esquema, que es para un tubo de 12,5 cm de diámetro, es decir el más común entre los aparatos considerados como de laboratorio. Es conveniente observar también la figura 128 que nos muestra el panel frontal de este aparato considerado como básico. En el capítulo próximo tendremos oportunidad de estudiar un instrumento real, de los que pueden ser adquiridos en plaza.

Veamos primero las válvulas utilizadas. Arriba vemos una 6SJ7 que es un pentodo empleado como amplificador de las señales de barrido vertical. Sigue el tubo de rayos catódicos, un 5BP1. Más a la derecha vemos las dos rectificadoras, una general y otra para la A.T. Abajo tenemos a la izquierda la amplificadora del barrido horizontal, que es otro pentodo 6SJ7. Y, finalmente, aparece una 884, que es un triodo gaseoso que se usa para el generador de señales diente de sierra. Para este fin se puede emplear un circuito multivibrador a doble triodo, como veremos en el aparato que será descripto en el próximo capítulo.

Ahora veamos los controles que tiene el aparato. En el circuito tenemos, debajo del tubo, los de foco y brillo, y más a la izquierda, los llamados controles de centrado. Hay dos, uno para el centrado vertical y otro para el horizontal. Se trata de que debe poder correrse la imagen en la pantalla de derecha a izquierda y viceversa, y de abajo arriba y viceversa, para que se pueda colocar en el centro de la pantalla; para ello modificamos ligeramente los potenciales de una placa deflectora de cada par y afectamos un poco la desviación del haz. En el frente del aparato los cuatro controles mencionados hasta ahora aparecen arriba, dos a cada lado del tubo.

Inmediatamente debajo de ellos vemos en el frente los controles de ganancia de los dos amplificadores, controles que se denominan de *ganancia vertical* y *ganancia horizontal*. En el esquema son los potenciómetros que están en las grillas de las dos 6SJ7. Debajo del control de ganancia vertical hay una llave que pone en función la amplificadora o la elude. Entonces, esa llave tiene la indicación: *directo - amplificado*. Debajo de esa llave, en el panel, tenemos la llave de encendido, aunque en muchos aparatos esa llave está adosada al control de brillo.

En la entrada de sincronismo externo hay una llave que conecta o no el sincronismo interno,

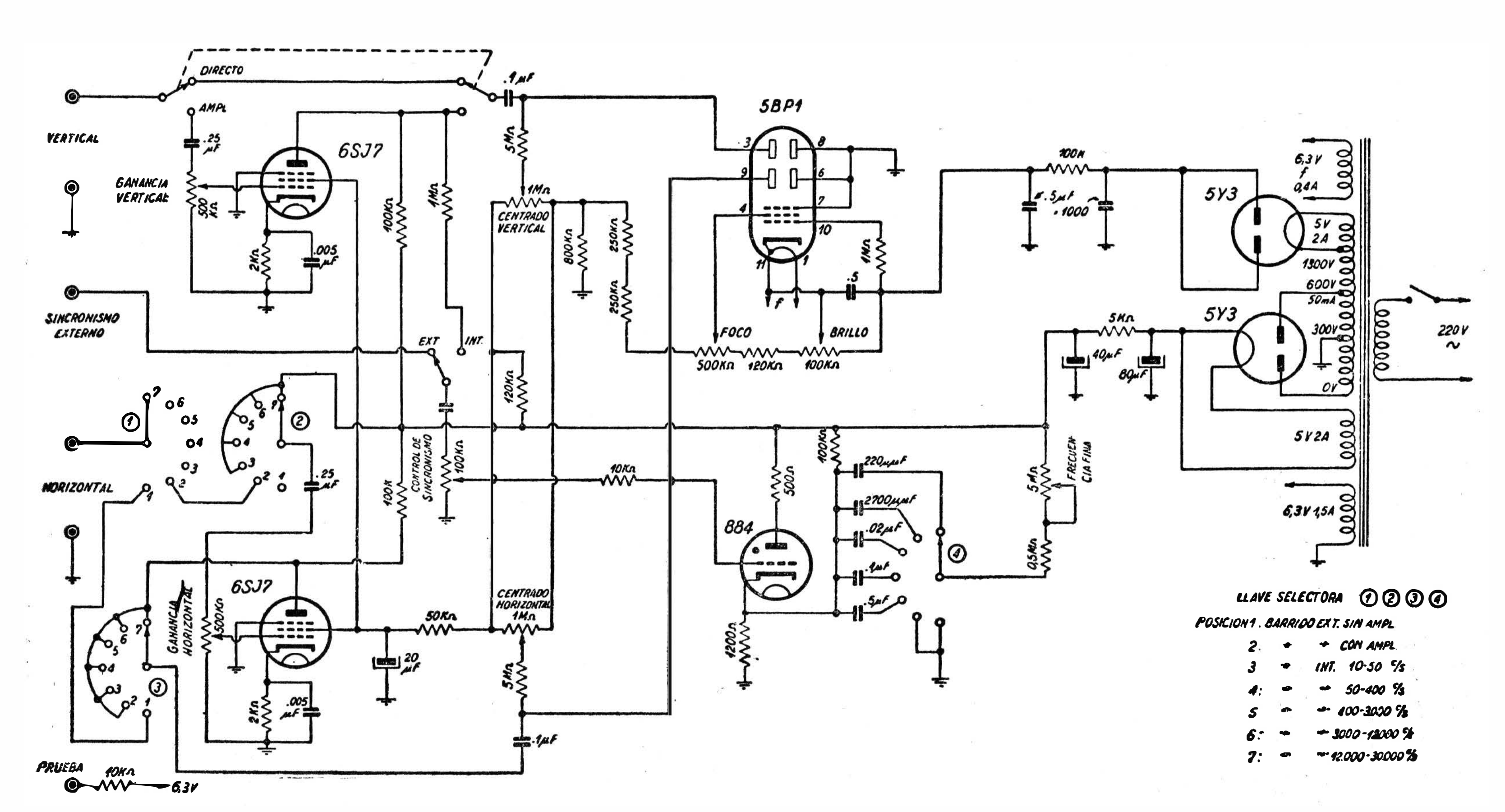


FIG. 127. — Esquema básico de un osciloscopio a rayos catódicos con tubo de 12,5 cm de diámetro.

para que la fase de la diente de sierra de barrido horizontal se mantenga fija con respecto a la onda en estudio. El sincronismo interno toma señal del circuito vertical para controlar la fije-

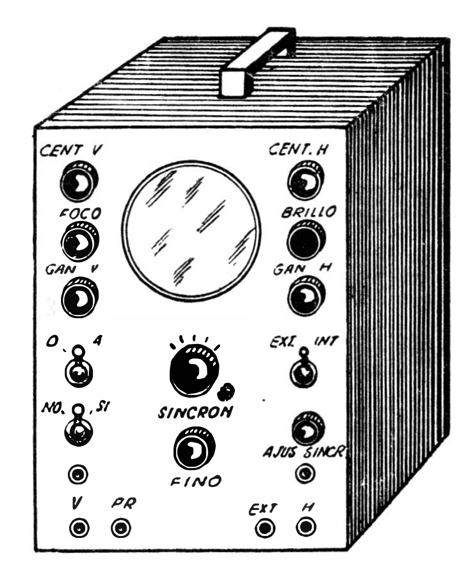


FIG. 128. — Panel típico de un osciloscopio del tipo corriente.

za del barrido horizontal. Aparte hay un control de sincronismo o de fase, que también se llama así. Eso lo vemos en el esquema y en el panel, debajo de la llave que indica *ext - int* con respecto al sincronismo.

Las dos llaves selectoras que aparecen a la izquierda son solidarias con la que tiene el circuito de cátodo de la generadora diente de sierra. Las distintas posiciones corresponden a otras tantas gamas de frecuencia del barrido y la última posición inferior corresponde al barrido externo, en cuyo caso el generador diente de sierra no trabaja. La perilla que gobierna esta selectora se ve debajo del tubo. Más abajo de ella está la perilla de ajuste fino de frecuencia, que corresponde al potenciómetro que está en el circuito de placa de la 884, llamado de *ajuste fino* o *frecuencia fina.*

Los bornes de la izquierda son los verticales y al lado de ellos tenemos un borne de prueba, para conectar una señal de 6,3 Volt de alterna y probar rápidamente el funcionamiento del aparato. Los bornes de la derecha son los horizontales, y junto a ellos vemos el borne para conectar la señal de sincronismo externo. En ambos casos esos bornes auxiliares se usan en combinación con los bornes inferiores, que son los de masa, de las entradas *V* y *H.*

No hay más controles en nuestro circuito básico, y el aparato resulta así sencillo. Si estudiamos el circuito dudaremos sobre la razón de alguna conexión o del valor de algún elemento. Advertimos sobre el hecho de que pretendemos enseñar a manejar aparatos no a diseñarlos. El osciloscopio es un instrumento muy importante y por eso le dedicamos dos capítulos y parte de otros, como veremos, pero no debemos pretender aprender a proyectarlo con este libro.

Advertimos que el osciloscopio presentado no tiene circuito de *borrado* del *retrazo* en el barrido horizontal, detalle que fue explicado al ocuparnos de la figura 123.

Día 11

Ha llegado el momento de sacar provecho de las explicaciones dadas en la jornada anterior y aprender a usar un osciloscopio real, con todos sus controles y todas sus posibilidades. Como ha sido nuestra costumbre hemos elegido uno de los comunes en el mercado local y suponemos que si el lector tiene uno diferente, los problemas que se le pueden presentar no serán de importancia. En efecto, todos estos aparatos tienen similares controles y formas de conexión; las diferencias estriban en sus alcances, pues unos abarcan una mayor gama de frecuencias observables, otros tienen más o menos amplificación, etc. Pero las normas generales sobre el uso del osciloscopio pueden considerarse comunes a una gran parte de los modelos comerciales.

No olvidemos la recomendación tantas veces repetida de acompañar las explicaciones con una práctica intensiva con el instrumento mismo; claro, en este caso ello significa que debemos contar con un osciloscopio o acudir a un laboratorio que lo tenga y en el cual nos lo dejen manejar. Esa es la forma más efectiva de aprender a usarlo; los que no puedan cumplir con ese requisito deben estudiar igualmente todas las instrucciones y, lógicamente, comenzar a ahorrar desde ahora para poder adquirir o armar una unidad. Los que no piensan así deben leer las páginas que siguen como una simple memoria ilustrativa.

USOS DEL OSCILOSCOPIO

Para explicar el manejo y posibilidades de un osciloscipio es muy conveniente referirse a uno real, de los que se encuentran en plaza, porque de ese modo el lector se acostumbra a los controles habituales; las limitaciones son las clásicas. Para ponernos en una realidad exacta. dejaremos en el panel las leyendas en inglés que trae el modelo elegido, dando en cada caso las traducciones de las mismas en el texto.

Todo cuanto se explique referente al funcionamiento debe ser ayudado con la observación del panel frontal, que vemos en la figura 129 y del esquema general que tenemos en la figura 130. Cuando corresponda habrá que volver al capítulo anterior para repasar alguna explicación dada anteriormente. De esta manera aprenderemos con seguridad todo lo que tenemos que saber acerca del uso del osciloscopio, dejando de lado únicamente ciertas operaciones destinadas a los laboratorios profesionales; para los interesados en esas cuestiones, les diremos que hay libros dedicados exclusivamente a este tipo de instrumento, donde, lógicamente, hay mayor número de explicaciones que las que podemos dar aquí. Pero eso no quiere decir que no cumplamos nuestro objetivo: enseñaremos a usar el osciloscopio para el laboratorio de radio y TV, y a medida que avancemos en los párrafos que siguen comprobaremos que tenemos bastante con ellos, pues las posibilidades son numerosas y suficientes para los casos mencionados.

EL OSCILOSCOPIO PACO MODELO S-55

Este instrumento se consigue en plaza en dos formas: como conjunto de elementos para armar (kit) o armado y listo para funcionar. Se trata de una unidad con tubo de 12,5 cm de diámetro de pantalla (5"), con alimentación para 220 Volt de alterna.

Especificaciones

La fábrica da los datos que son fundamentales y que establecen las diferencias con otros tipos similares de plaza:

Barrido vertical. Tiene tres etapas en disposición simétrica. La sensibilidad es de 28 mV/cm en continua y 10 mV/cm en alterna (valor medio). Esto quiere decir que una señal de entrada

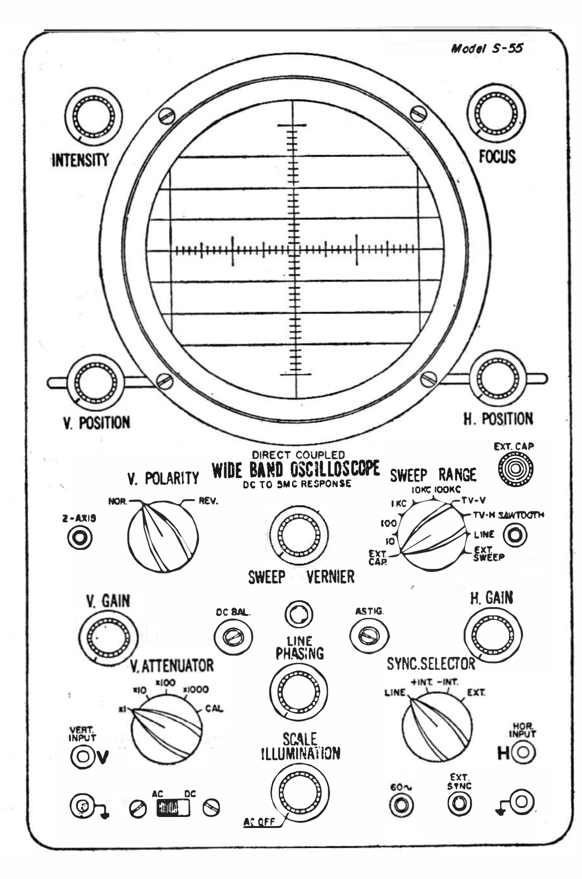


Fig. 129. — Aspecto del panel frontal del osciloscopio Paco modelo S-55. Se han dejado las leyendas en inglés, tal como vienen en el modelo original, para familiarizar al lector con las mismas; las traducciones se dan en el texto.

de 10 mV o sea de 0,01 Volt de valor medio, equivalente a 0,011 Volt de valor eficaz, produce una desviación de un cm. en el punto luminoso; con tensiones continuas la desviación es mayor, debiendo entender por *continuas* las señales que no tienen inversión de polaridad. La respuesta a frecuencia en este barrido es, para ondas senoidales, de 3 dB a 4,5 Mc/s y dentro de 5 dB a 5 Mc/s. La impedancia de entrada es de 1,5 Megohm derivada por 33 mmfd. Hay un interruptor para invertir el oscilograma, es decir darlo vuelta de arriba para abajo, indicado como *V. Polarity* y un conmutador ac-cc de entrada vertical.

Barrido horizontal. Tiene salida simétrica; la sensibilidad en este barrido es de 0,25 V/cm (valor medio) y la respuesta a frecuencia está dentro de 3 dB desde 1 c/s hasta 400 Kc/s. La impedancia de entrada es igual a la del barrido vertical. El rango de frecuencias del barrido diente de sierra va desde 10 c/s hasta 100 Kc/s; cuando la frecuencia del barrido es menor que 1 c/s se coloca un capacitor externo en el terminal marcado *ext. cap.* La sincronización es automática en las posiciones *+int y —int;* en la posición *ext* es con 50 c/s. El aparato incluye un barrido senoidal de 50 c/s para uso en calibración de radio y TV.

Calibración en radio y TV

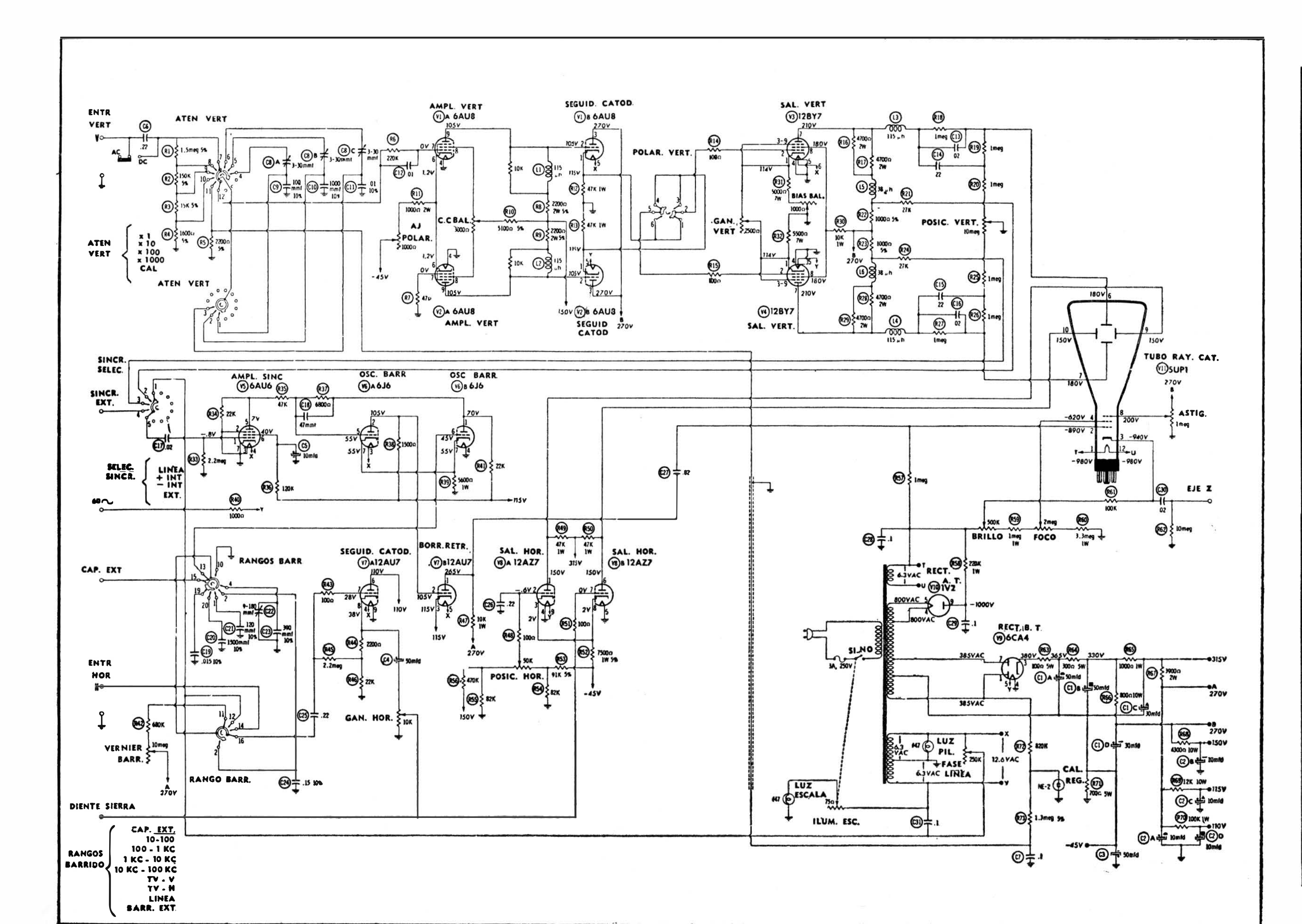
Por razones de índole didáctica, el uso del osciloscopio para alinear circuitos de radio y TV no será explicada en este capítulo, ya que necesitamos conocer antes el funcionamiento de otros aparatos, como son los generadores con barrido y los marcadores. Como estos son temas para los dos próximos capítulos, remitimos al lector interesado en este tema a la segunda parte del capítulo 13, pero antes debe estudiar todo lo que explicaremos ahora sobre uso general del osciloscopio.

Y ahora describiremos el circuito, el funcionamiento y el uso general del aparato que corresponde al título general ya dado. En la oportunidad a que nos referimos en el párrafo precedente volveremos a mencionar este osciloscopio y completaremos las explicaciones.

Y, como advertencia para el lector, diremos que las explicaciones que siguen han sido tomadas del manual de servicio del osciloscopio PACO S-55, y que algunas de las instrucciones requieren el conocimiento de conceptos físico-matemáticos; como eso no puede ser explicado acá, sugerimos que el lector no avezado en esos temas los eluda directamente, porque no tendrá dificultades en usar el aparato aunque ignore algunos fundamentos teóricos del mismo.

Descripción del circuito

La fuente de alimentación entrega la energía necesaria para el encendido de los filamentos, y la tensión de C.A. para la calibración y el barrido de 50 c/s. También entrega las bajas y al-


ENTR VERT
ATEN VERT
AC
DC
ATEN VERT
x 1
x 10
x 100
x 1000
CAL
AMPL. VERT
V1A 6AU8
C.C BAL.
AJ POLAR.
V2A 6AU8
AMPL. VERT
SEGUID. CATOD.
V1B 6AU8
V2B 6AU8
SEGUID CATOD
POLAR. VERT.
GAN. VERT
SAL. VERT
V3 12BY7
BIAS BAL.
V4 12BY7
SAL. VERT.
POSIC. VERT.
TUBO RAY. CAT.
V11 5UP1
ASTIG.
SINCR. SELEC.
SINCR. EXT.
AMPL. SINC
V5 6AU6
OSC. BARR
V6A 6J6
OSC BARR
V6B 6J6
SELEC. SINCR.
LINEA
+ INT
− INT
EXT.
BRILLO
FOCO
EJE Z
CAP. EXT
RANGOS BARR
SEGUID. CATOD.
V7A 12AU7
BORR. RETR.
V7B 12AU7
SAL. HOR.
V8A 12AZ7
SAL. HOR.
V8B 12AZ7
POSIC. HOR.
GAN. HOR.
ENTR HOR
VERNIER BARR.
RANGO BARR.
DIENTE SIERRA
RECT. A. T.
V10 1V2
RECT. B. T.
V9 6CA4
SI NO
LUZ PIL.
FASE LINEA
CAL. REG.
LUZ ESCALA
ILUM. ESC.
RANGOS BARRIDO
CAP. EXT.
10-100
100 - 1 KC
1 KC - 10 KC
10 KC - 100 KC
TV - V
TV - H
LINEA
BARR. EXT.

tas tensiones para el funcionamiento de las distintas secciones y del TRC (tubo de rayos catódicos). Una lámpara de neón *NE-2* funciona como regulador de tensión para obtener una forma de onda rectangular para calibración de 50 c/s, 200 milivolt (cresta a cresta).

El control de intensidad *(intensity)* regula, como su nombre lo indica, la intensidad luminosa del haz de electrones del TRC. El control de foco *(focus)* regula el tamaño del punto en la pantalla, mientras que el de astigmatismo *(astigmatism)* varía la forma del punto. En el proceso de ajuste inicial del instrumento deben accionarse los controles de foco y astigmatismo alternadamente para mejor aspecto del trazo, luego se necesitará variar solamente el de foco.

El oscilador de barrido es una válvula 6J6 conectada como multivibrador. Este generador entrega un barrido lineal en forma de diente de sierra; la salida de este oscilador es aplicada al amplificador horizontal por medio de un seguidor catódico (*V7A*). Los controles de frecuencia, grueso (*Sweep Range*), y el fino (*Sweep Vernier)* están en la salida del circuito de *V6* y proveen frecuencias de barrido continuo entre 10 c/s y 100 Kc/s. El oscilador de barrido es sincronizado por la aplicación de una señal de sincronismo a la grilla de la primera sección de la válvula. Esta señal puede tomarse de la señal (+*INT; —INT),* de una fuente interior de 50 c/s (línea, *Line),* o de una fuente exterior *(EXT),* mediante una llave selectora *(Sync. Selector).*

El amplificador de sincronismo (V5-6AU6) funciona como limitador-amplificador para todas las señales de sincronismo aplicadas al oscilador de barrido. De este modo se tiene sincronización interior automática, eliminando el ajuste manual. El amplificador horizontal *(V8*—12AZ7) amplifica las señales de *V6,* una señal senoidal interna de 50 c/s, o señales de una fuente externa, a una amplitud suficiente para provocar el desplazamiento horizontal del punto en la pantalla. La salida de este amplificador es del tipo simétrico y está conectada directamente a las placas deflectoras de manera que no haya un atraso de tiempo entre la operación del control de posición horizontal *(H. Position)* y el movimiento del trazo en la pantalla. Las señales a ser visualizadas se aplican al amplificador vertical a través de un atenuador compensado en frecuencia, de modo que todas las señales que están dentro del rango tengan igual amplificación (*V. Atenuator*). El amplificador consta de 3 etapas, la primera de las cuales consiste en las secciones pentodo de las 6AU8 *(V1A* y *V2A)* en disposición simétrica. La segunda etapa consiste en las secciones triodo de esas válvulas *(V1B* y *V2B)* y son seguidores catódicos que sirven como entrada a la etapa de salida vertical 12BY7 *(V3* y *V4).* La etapa de salida es también simétrica y directamente conectada a las placas deflectoras. Un interruptor inversor de fase (*V. Polarity)* se ha instalado entre los seguidores catódicos y la entrada de la salida vertical. Este interruptor permite al operador invertir la forma de onda cuando lo desea, siendo particularmente útil cuando algunos manuales de service dan patrones de formas de onda obtenidos con polaridad inversa a la del S-55. El instrumento está provisto de un amplificador de borrado del retrazado para evitar las confusiones a que lleva la visión de este trazo.

Controles del panel

A) *Scale ilumination.* El accionamiento en el sentido de giro contrario al de las agujas del reloj, sirve como interruptor de encendido, continuando el giro comienza a aparecer una escala iluminada en la pantalla.

B) *Intensity* (intensidad). Variando este control se regula la intensidad del brillo del trazo en la pantalla. A fin de extender la vida del tubo debe usarse en el mínimo posible que permita una visión cómoda.

Precaución. Nunca debe permitirse a un pequeño punto de alta intensidad permanecer sin movimiento en la pantalla. Esto puede provocar la decoloración de ese punto o el quemado de la capa fluorescente.

C) *Focus* (foco). Este control nos permite variar el ancho del trazo; normalmente un cambio de intensidad variará correspondientemente el foco, debiendo reajustarse suavemente.

G. 130. — Circuito general del osciloscopio que vimos la figura 129. La llave del atenuador vertical está la posición ×1 y su secuencia es: ×1 - ×10 - 100 - ×1.000 - *CAL.* La llave de polaridad rtical se ve en la posición *NOR*; la otra posición es *EV.* El selector de sincronismo se ve en la posición *NE.* La selectora de barrido está en la posición *T-CAP.* Las secciones de las selectoras indicadas *nte* se ven desde la perilla y las indicadas *atrás* se n desde el fondo. Para las lecturas de tensiones, dos los controles a mitad de su recorrido y las llaves las siguientes posiciones: *V. ATTEN* en ×100; *POLAR.* en *NOR*; *SINC. SEL* en +*INT*; *SWEEP RANGE* en 10-100 y *AC-DC* en *AC.*

Advertencia: Como este esquema no es necesario ra el uso del osciloscopio, no tiene importancia el nocimiento de los valores de los elementos. Por ello puede aceptar una reproducción en escala reducida.

D) *V. Position* (posición vertical) y *H. Position* (posición horizontal). Estos controles se usan para centrar el trazo en la pantalla, pero puede usarse para ubicar el trazo en cualquier punto de ella si la aplicación lo exigiera.

E) *Sweep Range* (rangos de barrido). Este control se aplica a la deflexión horizontal únicamente. Sus posiciones son:

1) *Ext. Sweep* (barrido exterior). En esta posición, el oscilador de barrido interior es desconectado, para poder aplicar una señal de barrido exterior.

2) *Line* (línea). En esta posición una señal senoidal de 50 c/s, que se obtiene de la fuente





FIG. 131. — Razones para que el aparato tenga selector de polaridad.

de alimentación del osciloscopio, se aplica internamente al amplificador horizontal, teniendo así un barrido senoidal.

3) Las seis siguientes posiciones permiten al operador seleccionar las frecuencias de barrido entre 10 c/s y 100 Kc/s. Las frecuencias indicadas en el panel (excepto las de *TV-V*, y *TV-H)* no presentan frecuencias exactas de calibración sino que sirven como una guía de referencia.

Las posiciones de *TV-V* y *TV-H* son frecuencias exactas para visualizar ondas de barrido vertical y horizontal de TV, respectivamente.

4) *Ext. Cap.* En esta posición la segunda grilla de la válvula *V6* queda conectada al terminal rojo exterior "*Ext. Cap*". Dado que esta porción del circuito es la que determina la frecuencia de oscilación, el operador puede conectar un capacitor de valor mayor que 0,15 mfd en la posición de 10-100 c/s, para reducir la frecuencia de oscilación a valores tan pequeños como 1 c/s.

F) *Sweep Vernier* (vernier de barrido). Este control nos permite realizar variaciones continuas de frecuencia dentro de los rangos indicados en la llave selectora *Sweep Range.*

G) *Sync. Selector* (selector de sincronismo). Sus posiciones son:

1) *Ext.* En esta posición la imagen puede ser fijada por medio de una señal de sincronismo exterior aplicada a través del enchufe *Ext. Sync.*

2) + *Int* o — *Int.* En estas posiciones, parte de la señal aplicada a las placas de deflexión vertical proveen la sincronización interior necesaria para *clavar* la imagen.

Nota: Como se ilustra en las figuras 131 A y B formas de ondas no senoidales pueden tener, ocasionalmente, una gran tensión negativa comparada con la tensión positiva (y viceversa). Si la polaridad de los circuitos de sincronismo en el osciloscopio no puede ser elegida desde el panel, una forma de onda del tipo ilustrado en la figura 131 B, puede ser sincronizada por su pequeño pico positivo solamente. De ser así, no habrá suficiente tensión para la sincronización, resultando una imagen inestable en la pantalla. Por ello este aparato suministra selección de polaridad de sincronismo, permitiendo al operador obtener sincronismo del pico positivo o del negativo de la forma de onda a observar.

3) *Line* (línea). En esta posición, se aplica internamente una señal de sincronismo de 50 c/s, proveniente de un arrollamiento del transformador de alimentación. La posición *Line-Sync* se usa con gran ventaja cuando la frecuencia de la señal a visualizar está íntegramente relacionada a la frecuencia de línea (zumbido de + B, por ejemplo).

H) *H. Gain* (ganancia horizontal). Este control varía la ganancia del amplificador horizontal, permitiendo así al operador ajustar el tamaño horizontal (ancho) de la imagen observada.

I) *V. Attenuator* y *V. Gain.* Estos controles son usados para ajustar la altura de los oscilogramas, cuando se aplica una señal a observar a los terminales *Vert. input* (entrada vertical).

El *V. Attenuator* (atenuador vertical) es una llave de 5 posiciones; cada una de las cuatro primeras cambian la magnitud de la señal vertical aplicada a *V1* por un factor de 10. Por ejemplo, pasando de la posición X1 a X10 se reduce la altura de la imagen a un décimo de su altura

real. El control *V. Gain* (ganancia vertical) suministra un ajuste continuo de la llave *V. Attenuator* entre rangos fijos. La quinta posición marcada *CAL* se usa con el control de ganancia vertical y las cuatro posiciones de la llave para realizar mediciones exactas de valores de cresta a cresta de corrientes alternas.

J) *V. Polarity.* Esta llave permite al operador invertir la imagen. Existen dos posiciones *NOR* y *REV* (normal e invertida). Este dispositivo es muy útil para interpretar FI de video o audio en TV y formas de onda de barrido o sincronismo cuando las instrucciones del fabricante indican polaridades opuestas a las de la imagen aparecida en la pantalla del osciloscopio.

trol de *V. Gain.* El control de *Astig* (astigmatismo) es ajustado con el control de foco *(Focus)* para el mejor foco y ancho del trazo.

N) *Z-AXIS.* Las tensiones externas aplicadas a este terminal modularán en intensidad el haz del *TRC,* lo que resultará visualmente en trazos borrados y trazos muy brillantes dispuestos alternadamente. El número y posición de los cambios en el trazo, indicarán la frecuencia y la fase de la tensión aplicada. Entre los usos de este dispositivo se incluye la medición de frecuencias desconocidas, duración de pulsos, y del tiempo de crecimiento de un frente de ondas de 50 c/s. De este terminal se obtiene una señal senoidal de 6,3 Volt, 50 c/s, para cualquier uso externo, incluyendo la calibración de la frecuencia de barrido del instrumento mismo.

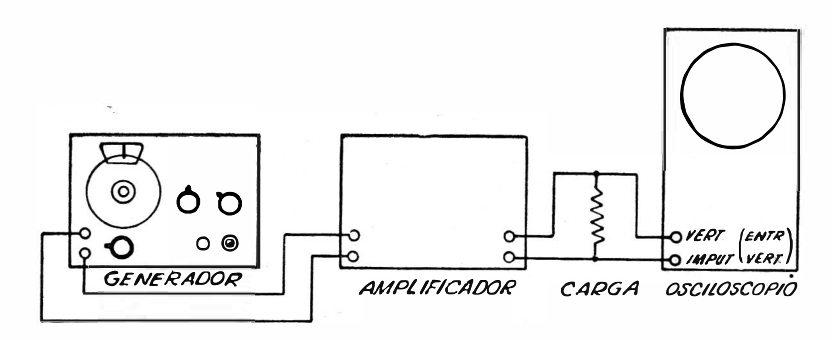


Fig. 132. — Montaje del equipo para analizar amplificadores.

K) *AC-DC* (llave deslizante en la parte inferior izquierda). Esta llave permite al operador convertir al S-55 de un osciloscopio de acoplamiento directo por capacitor, en aquellas aplicaciones en que sea necesario eliminar la componente de *CC* (corriente continua, *DC* en inglés) de las señales a visualizar. Un capacitor de 0,22 mfd, 600 Volt, está en serie con el terminal de entrada vertical *(vert input)* y es derivado por la llave. El límite de tensión a aplicar es, en consecuencia, el de aislación del capacitor, 600 Volt.

L) *Line Phasing.* Este control permite variar la fase de la tensión de barrido senoidal de 50 c/s aplicada internamente al amplificador horizontal (cuando el *Sweep Range* está en la posición *Line).* El control también varía la fase de la tensión senoidal de 50 c/s cuando el *Sync. selector* está en la posición *Line.*

M) *DC Bal.* y *Astig.* Aunque están montados en el panel frontal, estos controles se varían durante el ajuste inicial del instrumento. El control *DC Bal,* se ajusta con el control de ganancia vertical *(V. Gain)* para el mínimo desplazamiento vertical del trazo durante el movimiento del con-

P) Terminal *sawtooth* (diente de sierra). Este terminal está directamente conectado al sector variable del control de ganancia vertical. Tensiones diente de sierra de polaridad positiva mayores de 10 Volt de cresta a cresta, se pueden extraer de este terminal para uso externo. Un uso típico de este dispositivo es la sincronización del generador de barrido con el barrido interno del osciloscopio durante la alineación de TV o FM. Hemos dicho que este tema será explicado más adelante.

Uso en pruebas de equipos de alta fidelidad

Algunas de las pruebas que pueden ser realizadas en los circuitos de alta fidelidad son las de distorsión y respuesta de frecuencia. En una prueba de distorsión, una señal de *CA* de forma de onda conocida es enviada al amplificador, y la salida de éste observada para visualizar los cambios en la forma de onda. La señal de entrada es usualmente senoidal. La figura 132

muestra la disposición de los instrumentos a utilizar en ambos ensayos, frecuencia y distorsión.

El generador de audio tiene que ser capaz de suministrar una onda senoidal sin distorsión dentro del rango de frecuencias cubierto por el amplificador, y la respuesta vertical del osciloscopio debe cubrir el mismo rango. Si el amplificador introduce una distorsión inapreciable, la imagen en la pantalla será una senoide no distorsionada. Si el amplificador introduce distorsión, la imagen en la pantalla puede tomar una de las formas mostradas en la figura 133 o alguna otra diferente de la senoide original.

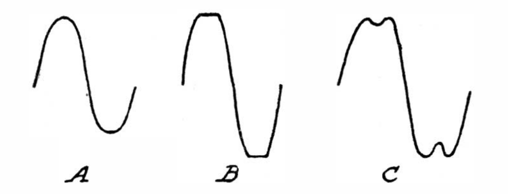


FIG. 133. — Imágenes en la pantalla con y sin distorsión.

La figura 133A muestra una forma de onda conteniendo una apreciable cantidad de distorsión por segunda armónica. Tal forma de onda puede resultar por tensiones de operación incorrectas en alguna válvula. La figura 133 B muestra una onda recortada, la que puede resultar por una etapa sobreexcitada por una señal demasiado fuerte. En la figura 133C se ve una onda conteniendo distorsión considerable de armónicas impares.

Para la determinación de la respuesta de frecuencia pueden usarse varios métodos. El equipo mostrado en la figura 132 puede ser uno. Las características de calibración del osciloscopio llevan al operador a medir los valores de deflexión vertical a un número de frecuencias individuales. Si estos valores se grafican, el resultado será la curva de respuesta del amplificador.

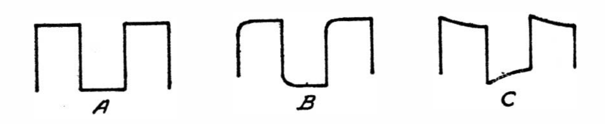


FIG. 134. — Las deformaciones se ven bien usando ondas cuadradas.

Un segundo método exige el uso de un generador de ondas cuadradas en lugar del generador senoidal de la figura 132. Dado que una onda cuadrada está compuesta de muchas ondas senoidales de variadas amplitudes y frecuencias, al aplicarla a un amplificador, éste quedará sujeto a ellas simultáneamente, y cualquier cambio en la salida de la onda cuadrada puede ser interpretado como respuesta del amplificador. La figura 134A muestra la señal de onda cuadrada introducida en el amplificador. La forma de onda de la figura 134B indica un amplificador deficiente en su respuesta a altas frecuencias, y la onda de la figura 134C indica pobre respuesta a bajas frecuencias. Todas estas indicaciones son relativas, es decir que no pueden ser medidas directamente en dB o cualquier otra unidad.

Uso como medidor de frecuencia

El osciloscopio puede usarse de diferentes maneras para determinar la frecuencia de una señal. La frecuencia desconocida puede ser comparada con una conocida por: (1) comparación directa con un interruptor electrónico, (2) figuras de Lissajous y (3), batiendo la frecuencia incógnita con la frecuencia conocida y observando la frecuencia de batido en el osciloscopio.

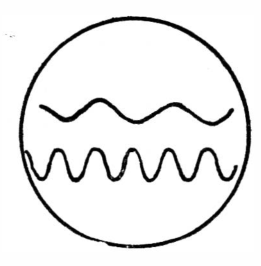


FIG. 135. — En la pantalla se ven dos trazos por las razones explicadas en el texto.

Los primeros dos métodos son útiles en audiofrecuencias y aún más altas, tales como R.F. Los amplificadores del osciloscopio deben tener una respuesta efectiva dentro del rango de frecuencias utilizado. Para frecuencias más altas que éstas puede usarse el método de batido. Ambas frecuencias, la conocida y la desconocida se envían al sistema detector, y la salida de este sistema se aplica al circuito de entrada vertical del osciloscopio.

Cuando las frecuencias desconocida y conocida son iguales, habrá cero en la pantalla del osciloscopio, y la frecuencia desconocida puede ser leída directamente en el dial del generador de frecuencia conocida.

Cuando se usa el método de comparación directa por medio del interruptor electrónico, la frecuencia conocida es enviada a un lado del

interruptor y la frecuencia incógnita al otro. La salida del interruptor se envía a la entrada vertical del osciloscopio y se verán, en consecuencia, dos trazos, uno para cada señal, como se ve en la figura 135. Si la señal superior representa la incógnita, es evidente que su frecuencia es el doble de la conocida. En consecuencia, es necesario leer la frecuencia de la señal conocida y multiplicar por dos para obtener la frecuencia incógnita.

Algunas figuras de Lissajous se ven en la figura 136, cuyas bases se explicaron para la figura 121 y siguientes. Pueden obtenerse introduciendo dos señales senoidales en el osciloscopio (una en la entrada vertical y otra en la horizontal). La figura resultante indica directamente la relación entre las dos frecuencias. Si una es conocida, la otra puede ser determinada por medio de esta relación. El círculo de la figura 136A representa la relación 1:1; otras relaciones se determinan como se ve en la figura 136B. La línea horizontal *X* es tangente a la parte superior de la curva, y la línea vertical *Y* es tangente a la parte izquierda. Cada tres ciclos de la señal vertical toman el mismo tiempo que dos ciclos de la señal horizontal y, en consecuencia, sus respectivas frecuencias tienen la misma relación 3:2. Si una frecuencia es conocida, la otra puede calcularse a partir de esta relación. En la figura 136C hay tres lazos tocando el eje *X* y cuatro tocando el *Y*, por consiguiente, la frecuencia vertical es tres cuartos de la horizontal. Se acostumbra a introducir la frecuencia conocida en la entrada horizontal.

Uso como medidor de fase

Las figuras de Lissajous son también útiles para determinar la fase de dos señales de la misma frecuencia. Las figuras se obtienen de la misma forma que se indicó en el párrafo anterior. Si las señales tienen exactamente la misma fase, la forma de onda resultante será una línea que subirá de izquierda a derecha; el ángulo de esta línea depende de la intensidad de las señales de entrada y de la amplificación relativa de los amplificadores del oscoloscopio. Si son iguales las señales y la amplificación, el ángulo será de 45°. Si hay un número impar de etapas en un amplificador y un número par en el otro, la línea subirá de derecha a izquierda.

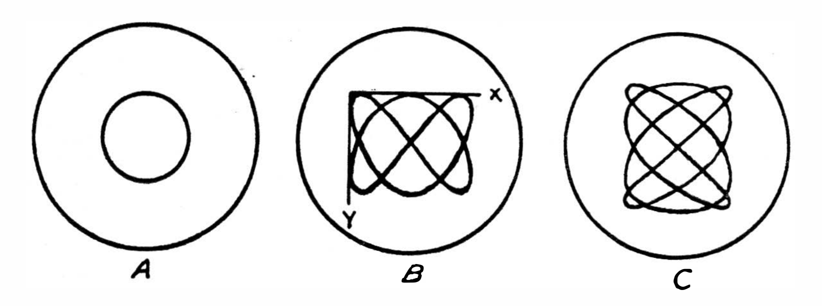


FIG. 136. — Figuras de Lissajous que aparecen cuando se quieren medir frecuencias.

A medida que cambia el ángulo de fase, la línea varía, primero convirtiéndose en una elipse estrecha, luego en una más ancha, y finalmente en un círculo, cuando la diferencia de fase es de 90°. Luego el círculo se estrecha convirtiéndose en una elipse, que se transforma en una línea, a los 180°, pero con la inclinación inversa de la anterior. Si se continúa, se obtendrán las mismas figuras; para 225° será igual que para 135°, el de 270° será igual que el de 90°, y así siguiendo.

Algunas imágenes se ven en la figura 137, dándose la diferencia de fase aproximada para cada una. Un método para calcular la diferencia de fase se ve en la figura 137C. La imagen debe centrarse respecto de los ejes *X* e *Y* que pasan por el centro de la pantalla: la intersección con el eje *Y*, y la *Y* máxima deben ser medidas desde el eje *X*. El seno del ángulo de fase será igual al cociente entre la *Y* intersección y la *Y* máxima. Esto es verdad aunque las amplificaciones del amplificador vertical y del horizontal no sean iguales.

A esta altura debemos recordar la advertencia hecha al principio sobre los conceptos teóricos dados por la fábrica.

Usos en mediciones de C.A.

Pueden realizarse con el osciloscopio mediciones de C.A., pero dado que éste es un instrumen-

to indicador de tensiones, la corriente debe ser transformada en tensión para poder visualizarla. Esto se realiza insertando un resistor no inductivo de baja resistencia en serie con la corriente. La tensión de cresta a cresta a través del resistor puede ser medida con el dispositivo de calibración de tensiones del osciloscopio. A partir de este valor puede calcularse la corriente por medio de la ley de Ohm, I = E/R. La resistencia deberá ser la suficiente para desarrollar una tensión apreciable, pero no tanto que su valor cambie el funcionamiento del circuito en prueba.

El valor de corriente así obtenido está dado en unidades de cresta a cresta, que pueden ser convertidos a valores medios, si fuera necesario. La tabla siguiente muestra la relación entre los valores máximos y los valores medios cuadráticos (r.m.s.) de ondas senoidales.

VMC = 0,707 × VM
VM = 1,414 × VMC
cresta a cresta = 2,828 × VMC
cresta a cresta = 2 × VM

Siendo VMC el valor medio cuadrático (r. m.s.) y VM el valor máximo.

Mediciones de cresta a cresta

Las señales aplicadas a la entrada vertical del osciloscopio pueden ser medidas en Volt de cresta a cresta por medio de la señal de calibración entregada internamente por el osciloscopio (desde la fuente de alimentación). Cuando la llave *V. Attenuator* está colocada en la posición *CAL,* una señal semirrectangular, regulada de 50 c/s y 200 milivolt (0,2 Volt) de cresta a cresta se aplica a la grilla del amplificador vertical (V_1).

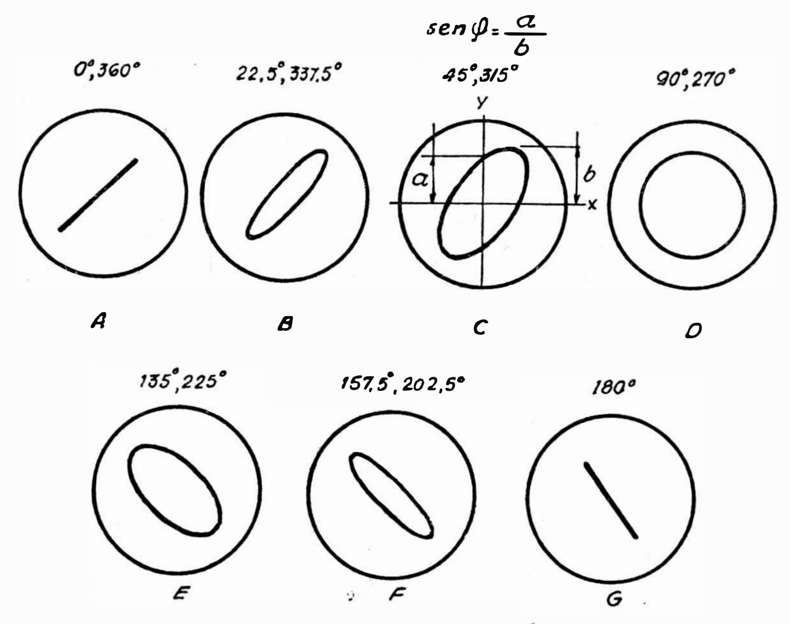


Fig. 137. — Figuras que aparecen cuando se está determinando la fase.

Para usar el dispositivo de calibración, primero se aplica la señal a medir en la *Vert. Input* (entrada vertical) y se hacen todos los ajustes necesarios para observar una imagen de alrededor de dos ciclos. Luego se gira la llave *V. Attenuator* a la posición *CAL* y, usando el control de ganancia vertical (*V. Gain*) se ajusta la señal de calibración a una altura conveniente, por ejemplo 10 divisiones pequeñas (2 grandes) de la retícula de plexiglás.

Ahora, *sin mover el control de ganancia vertical* se gira el *V. Attenuator* a la posición anterior que mostraba la señal de entrada. Supongamos, por ejemplo, que la señal mide ocho divisiones de las pequeñas de la escala con el *V. Attenuator* en la posición × 1. Debe tenerse en cuenta el factor multiplicador del atenuador.

Hay que recordar que la tensión calibrada es de 0,2 Volt y que a esta tensión le hemos hecho corresponder 10 cuadritos de la escala, en consecuencia, cada cuadrito (en la posición × 1) valdrá 0,02 Volt. Luego, la señal de entrada

valdrá 8 × 0,02 × 1 (factor multiplicador del atenuador) = 0,16 Volt cresta a cresta.

Supongamos ahora que hemos medido 8 divisiones en la posición del *V. Attenuator* × 10, el resultado sería: 8 × 0,02 × 10 = 1,6 Volt cresta a cresta.

La elección de 10 divisiones se hizo en forma arbitraria; habrá ocasiones en que, por las características de la tensión a medir podrán tomarse más o menos divisiones.

Notas sobre el service del osciloscopio

La fuente de alimentación entrega altas tensiones peligrosas para la vida humana; no debe tratarse de hacer ajustes de ninguna naturaleza en el chasis, sin desconectar la línea.

En los casos en los que parezca que no llega energía al instrumento y con el control de intensidad al máximo, hay que verificar el buen estado del fusible interno 3AG.

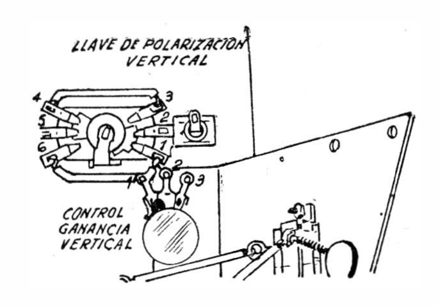


Fig. 138. — Colocación de un puente provisional para el reajuste.

Nunca debe reemplazarse el fusible sin haber comprobado la causa que lo destruyó.

Nota 1: No se entregan puntas de pruebas con el S-55W, pues las aplicaciones del osciloscopio son tantas que sería prácticamente imposible proveer una que sirviera universalmente.

Nota 2: Nunca deben aplicarse tensiones mayores de 400 Volt (valor medio) a los terminales de entrada sin usar un capacitor de entrada de 0,5 mfd, aproximadamente.

Si en algún caso fuera necesario reemplazar válvulas del amplificador vertical (6AU8 y 12 BY7) hay que recalibrar el amplificador, operación que se realiza de la siguiente manera:

1) Se coloca el *V. Polarity* en posición *NOR* y el *V. GAIN* en la posición de mínima ganancia (girar a fondo contra las agujas del reloj).

2) Se coloca un puente temporario entre los terminales 2 y 3 del *V. Polarity* (ver Fig. 138). Se mide la tensión entre el puente y tierra con un voltímetro de c. c. de sensibilidad mínima de 1.000 Ohm por Volt y en una escala suficiente para medir 120 Volt. Se ajusta el control de polarización (*Bias Adjust*) hasta que la tensión en el puente sea de + 115 Volt respecto a tierra.

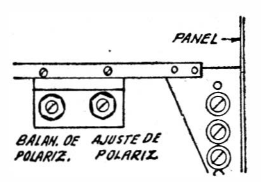


Fig. 139. — Ubicación de los controles para el reajuste.

3) Se conecta el voltímetro entre los terminales 2 y 3 en el control de ganancia vertical (*V. GAIN*). Usando progresivamente las escalas más bajas del voltímetro se ajusta el control de balance de polarización para cero Volt. El ajuste final se realiza con la escala más sensible del voltímetro. Si no puede lograrse cero Volt, se intercambian las dos 12BY7 dejando calentar el osciloscopio por un cuarto de hora y se repite la operación.

4) Se quita el puente del *V. Polarity;* se quita el voltímetro, mientras se rota el *V. GAIN,* se *ajusta el DC Bal* (ver Fig. 139) hasta que no se vea ningún desplazamiento vertical del trazo mientras se varía el control de ganancia vertical.

Accesorios normales

No siempre se pueden conectar los bornes del osciloscopio directamente al circuito donde se halla la señal que se debe observar. Por ejemplo, si la amplitud de la señal supera la máxima admitida por los circuitos de entrada, que en el caso del aparato recién descripto es de 400 Volt, debe disponerse de un divisor de tensión. Otras veces se supera la frecuencia máxima admitida

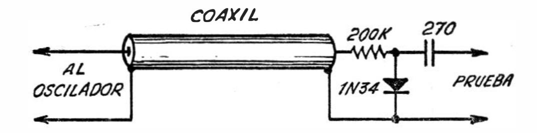


Fig. 140. — Punta de prueba detectora para usar con el osciloscopio.

por el aparato; si la señal es pura, sin modulación o alteraciones de amplitud, no se puede

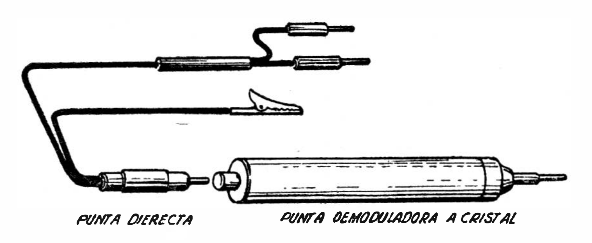


FIG. 141. — Punta de prueba que viene como accesorio del osciloscopio Paco.

observar, pero si tiene amplitud variable, podemos ver la envolvente de la onda mediante una punta de prueba detectora. Como el tema es interesante, lo explicaremos.

La figura 140 nos muestra una punta de prueba detectora, que consiste en un trozo de cable coaxil que se conecta por un extremo a los bornes verticales del osciloscopio y por el otro a un grupo de elementos que viene dentro de un tubo aislante; esos elementos son un resistor, un capacitor y un diodo sólido. En el caso del osciloscopio PACO, la punta de prueba detectora que viene como adicional se ve en la figura 141.

En la misma punta enchufable pueden colocarse cilindros similares al mostrado que sirven como divisores de tensión para señales de alta tensión. De este modo al aparato sólo queda aplicada una fracción determinada de la señal, y su forma de onda no altera por ese hecho.

Día 12

En capítulos anteriores habíamos iniciado la descripción de los instrumentos generadores y alcanzamos a ocuparnos de los de audio y radiofrecuencia; luego debimos interrumpir la serie porque para explicar los otros tipos necesitamos conocer el funcionamiento del osciloscopio. Así, dedicamos dos jornadas a tan interesante aparato y ahora podemos continuar con la serie de generadores, de los cuales nos toca en la presente jornada uno muy interesante, de complejo circuito, que es indispensable en la calibración de televisores; nos referimos al generador con barrido. Bastaría decir que la calidad de la imagen que podemos obtener en un televisor depende en una elevada proporción de lo que hagamos con este instrumento, para comprender que tenemos que estudiarlo con detención, aprender a manejarlo cuidadosamente y dedicar a ésta y la próxima jornada toda nuestra atención.

El generador con barrido es un aparato costoso, pero siempre existe la posibilidad de armarlo en el taller. De todos modos hay que admitir que no podemos prescindir de los elementos que necesitamos para trabajar correctamente por el hecho de que sean caros; también el osciloscopio tiene ese inconveniente y a nadie se le ocurriría montar un laboratorio prescindiendo del mismo. Con tales afirmaciones como aclaración previa, podemos entrar de lleno en el tema.

GENERADORES CON BARRIDO

En el capítulo 9 nos ocupamos extensamente de los generadores de R. F. y explicamos que los mismos son aparatos que nos generan una señal senoidal cuya frecuencia puede ser elegida a voluntad dentro de los límites que la fábrica ha señalado. También podíamos modular esa señal con un tono fijo de audio para que al detectarla en un receptor pudiéramos escuchar un sonido en el parlante. Ahora nos ocuparemos de un tipo especial de oscilador de R. F. en el cual no interesa producir una modulación fija en la amplitud de la señal, sino una modulación en frecuencia, para poder visualizar en la pantalla de un osciloscopio una curva de ganancia de un circuito sintonizado.

Claro, la afirmación anterior es prematura para el lector, porque hasta ahora hemos sabido que en el osciloscopio podíamos ver fenómenos variables mientras ellos ocurrían; bueno, ha llegado el momento de enterarnos de que también podemos ver la forma de la curva de ganancia de un amplificador, es decir que en un solo golpe de vista podemos observar un gráfico que suponíamos obtenible por una sucesión de mediciones y una representación en el papel. Ello es posible gracias a un instrumento llamado generador con barrido o también *vobulador;* no es necesario que digamos más para darnos cuenta que este aparato es de gran interés y que tenemos que prestar mucha atención a todas las explicaciones que siguen. El vobulador es complejo en su diseño y construcción, pero no en el uso, ya que se emplea como si fuera un generador de R. F., sólo que debemos combinarlo con un osciloscopio, y, a veces, también con otro generador de R. F. llamado *marcador.*

El gráfico de respuesta

Un circuito sintonizado de cualquier tipo presenta una ganancia máxima cuando la señal que recibe tiene la misma frecuencia que su propia frecuencia de resonancia; si aumentamos o disminuimos la frecuencia de la señal, la ganancia del circuito se reducirá. En muchas ocasiones

interesa conocer detalladamente la forma como varía esa ganancia para conocer lo que se llama la curva de respuesta de ese circuito. Baste decir que el amplificador de F. I. de un televisor tiene una curva de respuesta de la cual depende la calidad de la imagen en la pantalla, para comprender la razón de ese interés.

Veamos la figura 142 que nos muestra una curva de respuesta de un circuito amplificador de R. F., y supongamos que las frecuencias que hemos marcado en el eje horizontal son Mc/s; en el eje vertical medimos la ganancia, en cualquier unidad o en forma de relación entre salida y entrada. ¿Cómo hacemos para obtener ese gráfico? La figura 143 nos da la respuesta. Hay que inyectar a la entrada del circuito una señal, que en este caso será de frecuencia comprendida entre 10 y 16 Mc/s y medir la tensión a la salida con un voltímetro electrónico. Es decir que aplicamos una señal de 10 Mc y a la salida leemos cero Volt; luego aplicamos 11 Mc y leemos una cierta tensión que marcamos con la altura del punto B; luego, con 12 Mc marcamos el punto C y así obtenemos los puntos *D* hasta el *G*, en este último tenemos otra vez tensión nula a la salida. Hemos obtenido así en un papel el gráfico de respuesta de nuestro circuito.

Si todo lo que necesitamos es ese gráfico, la operación no sería tan complicada, porque disponiendo de los dos instrumentos indicados en

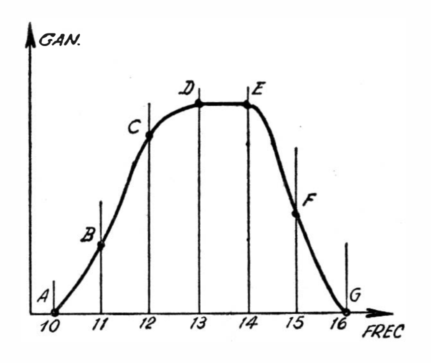


Fig. 142. — Un gráfico de respuesta con indicación de puntos para subdividirlo.

la figura 143, el tiempo requerido y el trabajo a realizar no son grandes; podríamos decir que es conveniente tomar muchos puntos para poder dibujar la curva con más precisión, pero decir 7 puntos, o 20 puntos, es sólo cuestión de un poco más de tiempo y paciencia.

Pero en la práctica ocurre que necesitamos muchas veces tomar la curva de respuesta y, si ella no coincide con un modelo fijado, retocar el ajuste del circuito y volver a tomar la curva, y así tantas veces hasta que esa curva coincida con el modelo. Y ahora ya el problema del tiempo y la paciencia cambia fundamentalmente. Si pudiéramos ver la curva de respuesta en el mismo momento que hacemos el retoque del cir-

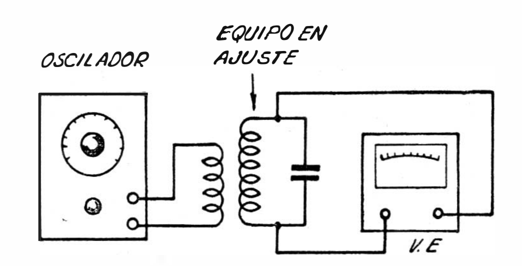


Fig. 143. — Esquema para obtener la curva de respuesta con un voltímetro electrónico.

cuito, y seguirla viendo mientras seguimos retocando, el conseguir que esa curva coincida con la forma del modelo sería sumamente sencillo y rápido. Entonces necesitamos un generador de R. F. muy especial y de él vamos a ocuparnos.

El vobulador

Supongamos que a nuestro generador u oscilador le aplicamos un dispositivo eléctrico o mecánico que le haga variar la frecuencia entre dos límites, digamos entre 10 y 16 Mc para poder referirnos otra vez a la figura 142. Esa variación es continua, o sea que nuestro generador está continuamente variando su frecuencia entre esos dos límites, es decir que genera una señal que tiene 10 Mc, luego 11, luego 12, etc., hasta 16 y luego la rebaja hasta 10 Mc y después la vuelve a subir y así siguiendo. En otras palabras, producimos un *barrido* en la frecuencia del generador. Esa señal así barrida la aplicamos a la entrada de nuestro circuito sintonizado y su salida la aplicamos a las placas verticales de un osciloscopio, tal como se ve en la figura 144.

En estas condiciones, en la pantalla veríamos un trazo vertical que se achica y se agranda, según las ganancias que se van produciendo para cada frecuencia del barrido. Pero si a las placas horizontales le aplicamos el mismo barrido que al generador, tomando para ello esa señal de barrido del mismo generador, la imagen del osciloscopio se forma de la siguiente manera:

El punto luminoso, en sentido horizontal tiene un movimiento de vaivén sincronizado con el barrido que estamos produciendo en el generador. En el sentido vertical, en cada instante, la posición del punto está dada por la ganancia

del circuito en ajuste; no es difícil darse cuenta que lo que veremos en el osciloscopio será un trazo como la curva de la figura 142, claro, sin las rayas verticales y horizontales; sólo la curva de respuesta y el trazo de retorno que teníamos en la figura 123, el cual, sabemos, puede ser eliminado mediante un circuito de borrado.

El barrido que aplicamos a la señal del oscilador y a las placas horizontales del osciloscopio que, como vemos, no le estamos aplicando frecuencias muy altas, sino magnitudes que pueden considerarse de c.c.

Marcas en la curva de respuesta

Las curvas de respuesta que deben lograrse en el ajuste de TV o de otros circuitos vienen especificadas por la fábrica de esos equipos, pero no

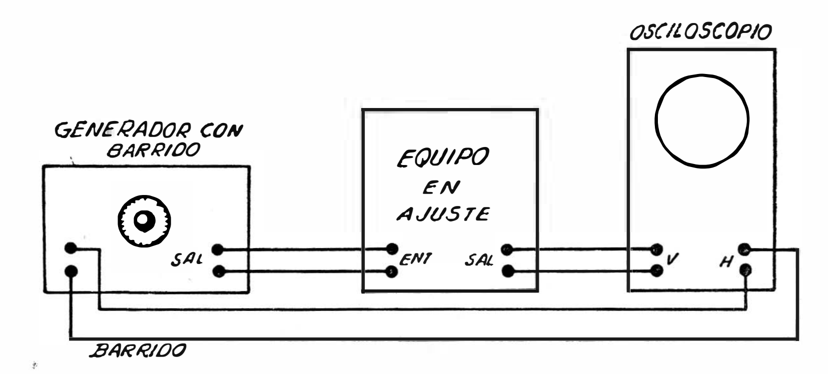


FIG. 144. — Montaje del instrumental para obtener curvas de respuesta mediante un generador con barrido o vobulador.

puede ser senoidal, diente de sierra o cualquier otro, pero siempre que sea el mismo en ambos aparatos. Como una señal senoidal de baja frecuencia es fácil de obtener, pues disponemos de la de 50 c/s de la red, rebajada en tensión hasta cifras bajas como 6,3 Volt, es común que se emplee ese tipo de barrido.

Y ahora ya sabemos lo que es un vobulador o generador con barrido, por lo menos en lo que concierne a su utilidad y a lo que se hace dentro de él. También adivinamos fácilmente que se usa para ajustar la curva de F.I. de video de los televisores y eso lo explicaremos en el próximo capítulo. Y de acuerdo con su uso principal, nos damos cuenta que para ajustes de TV nuestro generador necesita producir señales de frecuencias hasta 50 Mc/s para ajustes de F.I., pero que debe llegar hasta los 200 Mc/s para ajustes de sintonizadores de TV. Es importante destacar que como la señal para aplicar a las placas verticales del osciloscopio no es la generada en el vobulador sino que sufre un proceso de detección en el circuito en ajuste, a la salida del cual sólo tenemos señales equivalentes a la ganancia del equipo, para el osciloscopio no tenemos el problema de las altas frecuencias generadas. Decimos esto porque es común que los lectores se pregunten si un osciloscopio sirve o no para justes de TV y generalmente sirve, ya basta que se conozca la forma, sino que tienen indicaciones de las cifras de ganancia a ciertas frecuencias clave, tal como lo muestra la figura 145. En las curvas se indican las frecuencias de esos puntos clave y la ganancia que debe haber en esos puntos, dadas generalmente como un % de la máxima. Por ejemplo, se dirá que para f_1 la ganancia debe ser 0,1 %; para f_2 será 100 %; para f_3 será del 90 % y así siguiendo.

El problema se resuelve haciendo que la curva de respuesta obtenida en el osciloscopio tenga

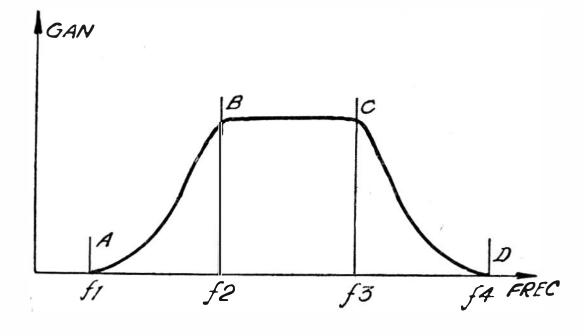


FIG. 145. — Marcas típicas en la curva de respuesta.

las *marcas* correspondientes a los puntos clave. Para obtener eso veamos la figura 146; supongamos que inyectamos en el generador con barrido una señal de frecuencia fija que corresponde a

uno de los puntos clave. Esa nueva señal interferirá en la señal principal haciendo que su amplitud no sea constante, sino que se producirá una suerte de modulación de amplitud con una



Fig. 146. — La marca es una oscilación de alta frecuencia que se inyecta en la señal del equipo en prueba.

onda senoidal amortiguada hacia ambas direcciones, es decir disminuyendo y aumentando la frecuencia central inyectada. En la práctica, el efecto de esa inyección es que en el trazo del osciloscopio se verá una marca transversal, una rayita que cruza la curva, similar a las dibujadas en la figura 145.

Este tema será extendido en el capítulo próximo, pero nos vimos obligados a mencionarlo porque muchos generadores con barrido traen un oscilador a cristal en su interior para producir marcas en la curva visible en el osciloscopio, y todos traen bornes para la inyección de señales de cualquier generador externo, y producir así marcas en la imagen. Esas marcas se producen en el lugar de la curva que se desee, y precisamente interesa que aparezcan en los puntos clave. Un generador externo que se aplique para ese fin a un generador con barrido toma el nombre de *generador marcador*. Posteriormente volveremos sobre este tema y trataremos un caso de un aparato más completo que tiene los dos generadores, el vobulador y el marcador.

GENERADOR CON BARRIDO IREA MODELO 185

De entre los generadores con barrido que se encuentran en plaza hemos elegido uno considerado típico por tener todos los elementos que hemos mencionado en las explicaciones teóricas precedentes. Se trata del IREA modelo 185. Para la descripción que sigue aconsejamos observar la figura 147 que muestra el panel frontal del aparato y la figura 148 que da el circuito interno. Su generador básico abarca desde 4,5 hasta 216 Mc/s en cuatro bandas. El ancho del barrido, o sea los máximos apartamientos que se producen sobre la frecuencia básica son de hasta 15 Mc/s. El aparato incluye un oscilador marcador a cristal, para producir marcas en la curva obtenida en el osciloscopio, enchufando un cristal de la frecuencia que se desee en el toma de dos agujeros que hay en el panel. Para comodidad del usuario, en las escalas están indicados especialmente los canales de TV para calibración de sintonizadores; para las F.I. se debe conocer las frecuencias que emplea cada televisor.

Veamos primero el circuito. El oscilador básico está constituido por la mitad de una 6BQ7, cuya otra mitad actúa como acopladora. Hay una 6CL6 que tiene por misión regular la tensión de salida, generada por la anterior. Una de las secciones de una 12AX7 está encargada de borrar el trazo de retorno en el oscilograma. Una 6C4 es una osciladora para el marcador a cristal.

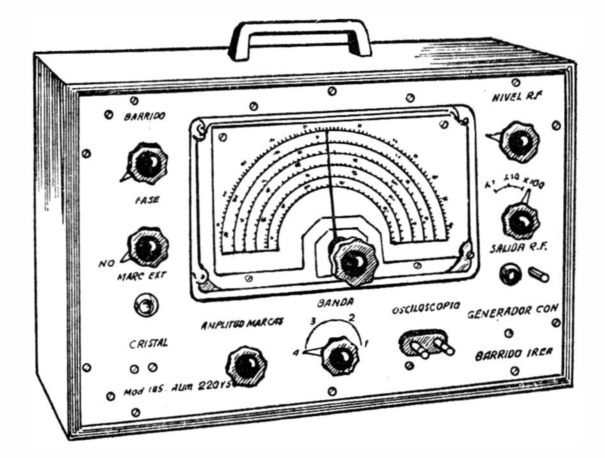


Fig. 147. — Aspecto del generador con barrido Irea modelo 185.

La modulación en frecuencia del oscilador básico se consigue mediante inductancias controlables. Estas inductancias tienen un núcleo de ferrita y bobinados auxiliares de excitación, recorridos por corriente alternada de la red superpuesta a una continua que suministra un rectificador sólido. Este sistema funciona de la siguiente manera: cuando no pasa corriente por las bobinas de excitación (puntos nulos de la senoide de la red), las mismas ofrecen la máxima inductancia y cuando pasa corriente, esa inductancia decrece a medida que los núcleos se saturan, alternando la frecuencia básica del oscilador en apartamientos de hasta 15 Mc/s y con un ritmo de 50 c/s. Esto no es otra cosa que una modulación en frecuencia.

Veamos ahora los elementos variables que hay

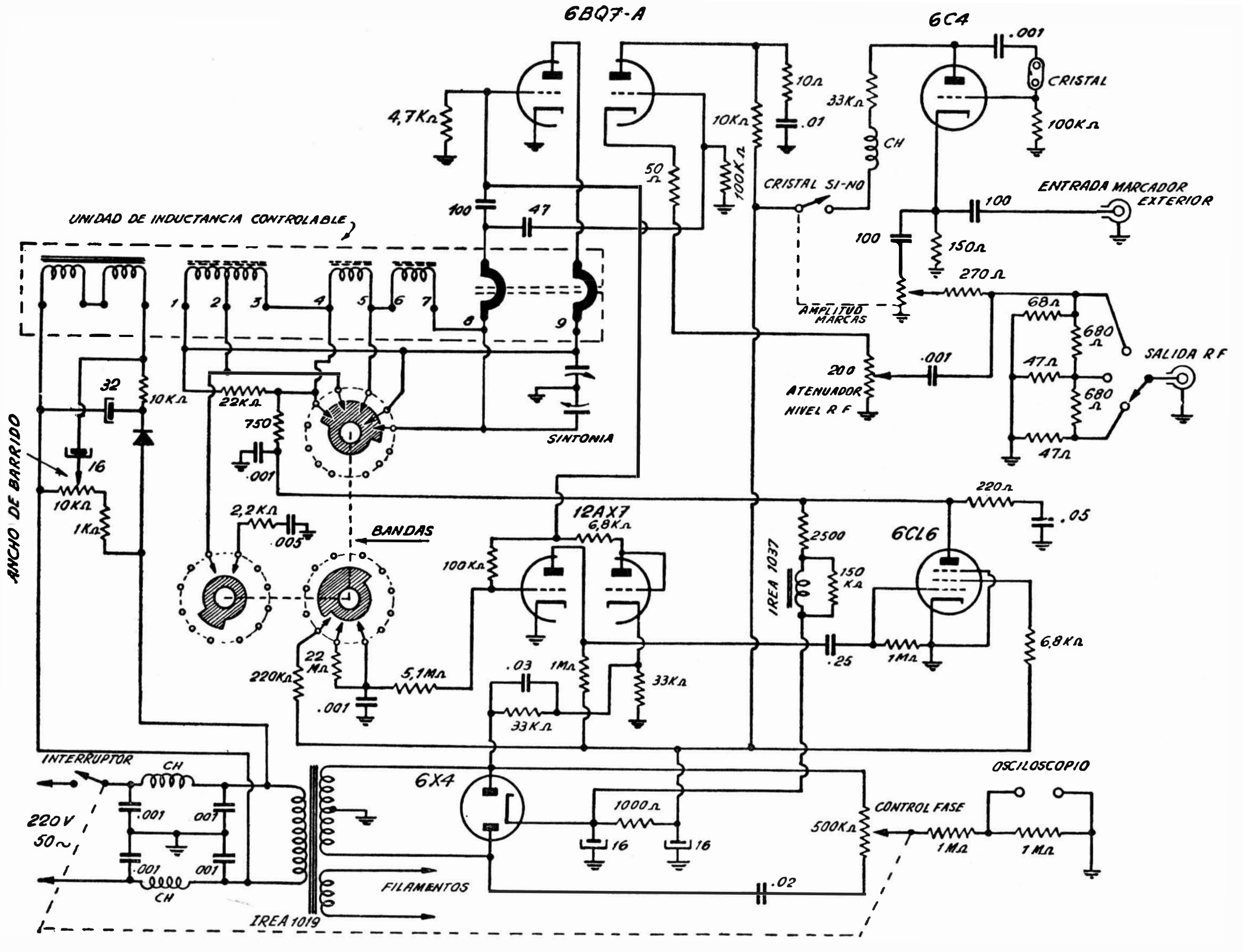


FIG. 148. — Esquema interno del generador con barrido de la figura 147.

en el circuito. Comenzando arriba a la izquierda vemos el potenciómetro que regula el ancho del barrido. Para ajustar una etapa de F.I. de televisión, por ejemplo, se requiere un ancho de 6 Mc/s, de modo que podemos regular ese ancho a voluntad. A continuación vemos con círculos seccionados las tres partes de la llave selectora de bandas. Avanzando hacia la derecha llegamos a la región del oscilador marcador, con una llave que conecta el cristal y un potenciómetro que regula la amplitud de las marcas. Un poco más abajo tenemos los atenuadores de salida, uno a potenciómetro y otro con llave de tres pasos. Abajo, a la derecha está el control de fase y los bornes para conectar el osciloscopio, bornes del barrido horizontal, porque a los verticales va la señal que sale del aparato en ajuste. Con el interruptor general, abajo a la izquierda, se terminan los controles.

Ahora describiremos los controles que aparecen en el panel frontal del aparato, que son los mismos que hemos mencionado para el circuito general. Conviene entonces observar simultáneamente ambas cosas. Al propio tiempo veremos los bornes exteriores y la forma de usarlos. Las denominaciones son las que aparecen en el panel.

Dial principal. En el centro del panel está el dial con las escalas graduadas en frecuencia que corresponde a la señal básica de R.F. de salida. La perilla actúa sobre el capacitor variable de sintonía. La escala que debe leerse con la aguja es la que corresponde a la fijación de banda por parte de la perilla siguiente.

Banda. La perilla del selector de bandas está debajo de la perilla del dial y permite elegir una de las cuatro bandas de frecuencias básicas o centrales. Sabemos que la señal tiene frecuencia variable alrededor de la básica, cosa que se produce con la modulación en frecuencia.

Barrido. Esta perilla está arriba a la izquierda y sirve para graduar a voluntad el ancho del barrido; no tiene marcaciones, de modo que daremos el ancho de barrido requerido para que en el osciloscopio aparezca el ancho debido en la curva de respuesta.

Amplitud marcas. Las marcas producidas en el gráfico del osciloscopio deben ser pequeñas y mediante este control las reducimos a la medida suficiente para que sean observables. Este control tiene el interruptor del cristal.

Fase. Este control varía ligeramente la fase de la señal senoidal de 50 c/s que se entrega a los terminales marcados *osciloscopio,* para que el barrido horizontal del mismo se sincronice con la señal que produce el barrido vertical. Debe ser accionada con cuidado para lograr la sincronización; además tiene adosado el interruptor general del aparato.

Salida R. F. Hay dos perillas arriba a la derecha, una para regulación fina de la salida, a potenciómetro, y otra para regulación gruesa, con llave selectora, que tiene las indicaciones x1, x10 y x100. El conector roscado para la salida de señal está inmediatamente debajo de esas perillas.

Marcador exterior. El borne para inyectar la señal de un generador marcador externo está debajo de la perilla de fase, y es roscado. Cuando se inyectan marcas externas, con la perilla de amplitud del marcado se corta la conexión del cristal. Debajo del borne mencionado está el zócalo de dos agujeros para enchufar el cristal. Algunos generadores con barrido traen como accesorio un cristal de 4,5 Mc/s, usado para distinguir la separación de las portadoras de video y sonido en las señales de TV.

Advertencia. La fábrica recomienda que cuando se emplee el generador marcador se conecte mediante los cables blindados de que viene provisto. Además, si se supone que en el punto adonde se conectará el cable de salida de R.F. existe una tensión continua, hay que intercalar un capacitor de 0,001 mfd. El clip de masa debe estar en un punto muy próximo al clip vivo. También se recomienda que se emplee la mínima señal posible, para evitar saturaciones que deformarían la curva de respuesta. Esta curva puede aparecer en la posición normal o invertida; esto no entorcepe la tarea, pues se puede trabajar lo mismo en el ajuste. Algunos osciloscopios tienen un inversor de imagen que permite dar vuelta esa curva si se desea; recordemos que el modelo descripto en el capítulo anterior tenía esa posibilidad.

Para el uso del generador con barrido en el ajuste de televisores, nos remitimos a las explicaciones que daremos en el capítulo siguiente.

GENERADOR CON BARRIDO PACO MODELO G-32W

Por considerarlo de interés, también describiremos este modelo de vobulador, que se encuentra en plaza en la versión armada y lista para funcionar, y en forma de *kit,* o sea el conjunto de elementos para armarlo. Cubre desde 3 hasta 213 Mc/s en cinco bandas y viene con 5 cables: el de salida de R.F.; el de entrada vertical para el osciloscopio; el de entrada horizontal del osciloscopio; el de entrada del generador marcador y el de toma de respuesta del equipo en ajuste.

La Fig. 149 nos muestra el panel frontal y la 150 el esquema general de este aparato. En el texto se irán explicando los diferentes controles que

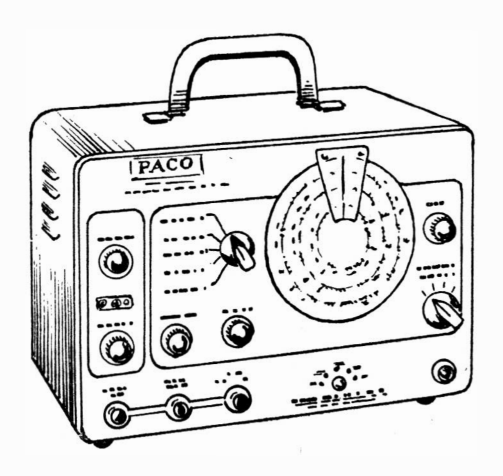


FIG. 149. — Aspecto del generador con barrido Paco modelo G-32W.

el lector observará mejor si tiene el generador a la vista. La descripción que sigue se ha tomado del manual de servicio del aparato.

Controles del aparato

1) Capacitor principal de sintonía e interruptor del selector de bandas.

Las indicaciones de *A, B, C, D,* y *E* en el selector de bandas *(Band Selector)* se leen directamente en la escala.

2) *Sweep Width* (ancho de barrido).

Cuando este control se gira completamente en el sentido inverso de las agujas del reloj, solamente aparece en el conector de salida la frecuencia que se lee en el dial bajo la marca roja en el índice plástico.

3) *Output* (control de salida).

El control fino de salida de 200 Ohm está colocado en el circuito de cátodo del seguidor catódico de salida *(V1-A)*. En la posición máxima en el sentido contrario al de giro de las agujas del reloj, el brazo del potenciómetro está al potencial de tierra y no aparece ninguna tensión a la entrada del interruptor del atenuador grueso. En la posición máxima en el sentido de giro de las agujas del reloj, la máxima tensión desarrollada a través del control es enviada a la entrada del atenuador grueso.

4) *Output Attenuator* (atenuador de salida).

El atenuador grueso de salida atenúa la señal de la siguiente manera: en la posición × 1000 del interruptor, la salida completa del atenuador fino se envía al conector de salida del G32W. En la posición × 100 la señal es atenuada 10 veces ó 20 dB. En la posición × 10 la señal es atenuada otros 20 dB y en la posición × 1 la señal de salida del atenuador es 1/1.000 de la tensión en la posición × 1.000. La salida del atenuador grueso es enviada al conector del G32W.

5) *Controles del marcador.* Son los controles que están en el recuadro de la izquierda del panel frontal, y que controlan la amplitud de la figura de respuesta y la amplitud y ancho de los "pips" del marcador a cristal interno o externo en la sección marcadora del G32W.

En los generadores con barrido sin el dispositivo marcador es dificultoso obtener "pips" largos sin distorsionar la curva de respuesta. Usando un generador con barrido convencional, como ambas salidas, las del generador y del marcador, se inyectan en el circuito de entrada del receptor, hay una gran posibilidad de sobrecargar las etapas del receptor.

En el G32W las marcas se agregan a la curva de respuesta del receptor después que la forma de onda ha sido tomada del receptor. El marcador nunca se inyecta en el receptor, en consecuencia, nunca puede modificar la curva de respuesta por sobrecarga.

a) *Pattern Size* (tamaño de figura). Este control varía continuamente la amplitud de la curva de respuesta del receptor independientemente de la amplitud de marcas. La señal proveniente del detector de video, detector de MF o limitador de MF se inyecta en el conector *Receiver Response* por medio del cable coaxil provisto. El brazo de este control está conectado al conector del panel que está indicado con *Scope V* (vertical osciloscopio). A través del conductor la señal es aplicada al conector de entrada vertical del osciloscopio.

b) *Marker Width* (ancho de marca). Este control está en el circuito de grilla del primer amplificador *(V7A)*, y es parte del filtro *(R42, C21)*. Con el control en la posición de máxima en el sentido inverso de las agujas del reloj, el marcador está en su ancho mínimo, y en forma inversa, en la posición de máxima en el sentido de giro de las agujas del reloj, el ancho de las marcas se hace mínimo.

c) *Marker Size* (tamaño de marcas). Varía continuamente la altura de las marcas. En la posición extrema en el sentido contrario al de giro de las agujas del reloj las marcas no aparecerán en la curva de respuesta, y en la posición inversa, las marcas tendrán su máxima altura.

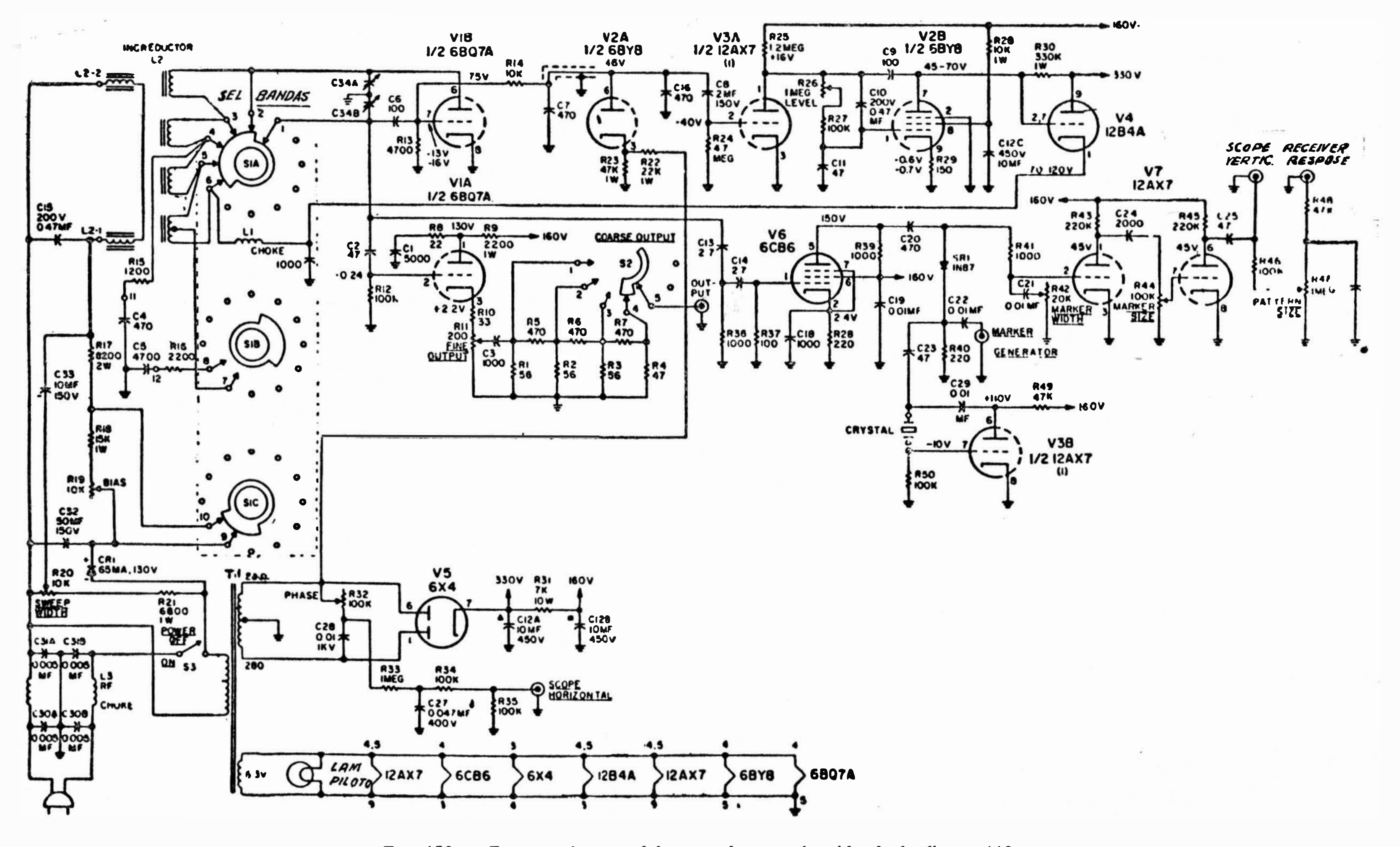


FIG. 150. — Esquema interno del generador con barrido de la figura 149.

Conectores del panel central y cables

1) *Conector y cable de entrada del marcador (Marker Input)*. El cable conecta la salida de un generador marcador al conector de entrada del marcador del G32W. Este cable y sus terminales son del tipo para micrófono.

2) *Conector y cable de respuesta del receptor (Receiver Response)*. Este cable conecta la salida del receptor en prueba, al conector de respuesta del receptor del G32W. Tiene un conector de micrófono en cada extremo y un juego de dos pinzas cocodrilo, una roja y otra negra. La negra es la de tierra.

3) *Conector y cable del vertical del osciloscopio (Scope Vert.)*. Este cable conecta el conector del vertical del osciloscopio *(Scope Vert)* del G32W a la entrada vertical del osciloscopio. El conector de micrófono de un extremo es conectado al conector del G32W, mientras que la ficha roja del otro extremo se conecta a la entrada vertical del osciloscopio y la ficha negra se conecta al terminal de grilla del osciloscopio.

4) *Conector y cable de barrido horizontal del osciloscopio* (Scope horiz). Este cable es similar al del párrafo anterior. El enchufe rojo conecta la entrada horizontal del osciloscopio y el negro a la grilla del osciloscopio. Como en el anterior, el conector de micrófono va al G32W.

5) *Conector y cable de salida (Output)*. El cable de salida es similar al de respuesta del receptor, excepto que está terminado con un resistor de 47 Ohm. La pinza cocodrilo roja es conectada a una tierra tan cercana a la salida como se pueda. El otro extremo del cable es conectado al conector de salida. Este cable puede identificarse por la cinta negra alrededor del tubo de goma.

Día 13

Hemos visto el funcionamiento del generador con barrido, un interesante instrumento de laboratorio que permite realizar la calibración de televisores, lo que si bien puede realizarse sin tal aparato, el procedimiento resulta engorroso y largo. También hemos dicho que el generador con barrido se usa en combinación con un oscilador de R. F. que, por el uso que se le impone, toma el nombre de generador marcador. Todo eso ha sido dicho ya y ahora debemos aprender a usar esos aparatos en combinación con un osciloscopio, sin el cual todo lo demás no serviría de nada. Como vemos, nuestro laboratorio se va complicando, pues requiere varios instrumentos más; pero si pensamos en el provecho que nos puede proporcionar un equipo completo, debemos reconocer que resulta conveniente.

Dedicaremos entonces esta jornada a explicar el uso de los aparatos mencionados, y ahora comprendemos el motivo por el cual debimos alterar el orden en las descripciones anteriores, saltando del generador de R. F. al osciloscopio, para continuar después con el vobulador. En lo que sigue suponemos al lector con los suficientes conocimientos sobre televisión, ya que si se dispone a calibrar un televisor debe conocer bien su funcionamiento. No tendría sentido que quiera manejar instrumentos que no tienen otra finalidad que terminar un trabajo de armado o realizar una reparación prolija.

EL GENERADOR CON BARRIDO EN CALIBRACION DE TV

Hemos dicho que para ajustar las etapas amplificadoras de alta frecuencia de un televisor necesitamos dar a la curva de respuesta la forma que establece el fabricante mediante diagramas que suministra en el manual de servicio. Y que aún esos diagramas tienen marcas a determinadas frecuencias, las cuales establecen los puntos clave para que en ellos la ganancia sea una cierta proporción del máximo. La razón de esto es que la curva pasante en TV no puede ser cualquiera, sino que debe formar una suerte de rectángulo con uno de sus flancos más inclinados, para que las bandas laterales de la modulación de video tengan la debida proporción. La explicación detallada de esta particularidad corresponde a los libros sobre teoría de televisión, pues a nosotros, en esta oportunidad, nos interesa únicamente que se consiga ajustar los distintos circuitos sintonizados del sintonizador y del amplificador de video hasta lograr que la curva de respuesta, que veremos en el osciloscopio, coincida con un modelo que tenemos. Además, puede ajustarse por un procedimiento similar la sección de audio, aunque ello es de menor importancia.

En los dos capítulos anteriores hemos explicado el osciloscopio y el generador con barrido; necesitamos también un generador marcador, pero sabemos que este aparato no es otra cosa que un generador de R. F. capaz de llegar en frecuencia hasta superar los 200 Megaciclos. De modo que aunque ostente el pomposo título de marcador, conocemos su funcionamiento y ahora veremos cómo se emplea en combinación con los otros aparatos mencionados.

Existen en plaza combinaciones de instrumentos para calibración de TV, como la que incluye un generador con barrido y un marcador; otros tienen también un pequeño osciloscopio. De las combinaciones existentes consideramos razonable la inclusión de un marcador en el generador con barrido, porque prácticamente se usan siempre juntos. La combinación que incluye el osciloscopio es menos práctica, porque tal aditamento encarece mucho el aparato y ese osciloscopio agregado suele no tener barrido diente de sierra para que se lo pueda usar en todas las

aplicaciones de laboratorio; entonces no es un osciloscopio general, sino uno simplificado para calibración de TV. Claro, el aparato existe y no puede negarse que resulta muy cómodo.

Nos ocuparemos de la explicación de los procedimientos empleados para realizar la calibración de televisores usando aparatos separados, es decir generador con barrido, marcador y osciloscopio y, a título de ejemplo, describiremos también un aparato combinado que tiene los dos generadores, y que se usa en combinación con un osciloscopio. En todos los casos las explicaciones se tomarán de los manuales de servicio de los fabricantes, para ajustarse fielmente a la realidad.

Generador marcador

A pesar de que ya hemos hablado de esto, conviene insistir en que un generador marcador es simplemente un generador de R.F. que cubra en frecuencia hasta más allá de 200 Mc/s. La salida del mismo se inyecta en el generador con barrido en un borne que está dispuesto ex profeso. La variación de altura de las marcas no es otra cosa que la regulación de la salida de R.F. del marcador, o sea del generador de R.F. En lo que sigue aprenderemos a usar el marcador y entonces desaparecerá toda duda sobre el particular. Destacamos que la señal de R.F. debe ser sin modular, o sea que nuestro oscilador de R.F. debe poder ser usado sin la modulación, cosa que la mayoría de estos aparatos puede realizar. Claro, si adquirimos un generador marcador, el mismo no trae modulador.

El proceso de calibración

Prescindiremos de la realidad en cuanto a los aparatos usados, pues supondremos un generador con barrido que tenga marcador, ya que lo que nos interesa es dar las normas básicas de la calibración de la sección de alta frecuencia de un televisor. Y para puntualizar más todavía la referencia explicaremos solamente la sección de F.I. de video, pues el resto será tratado en forma extensa más adelante.

Lo primero que hay que hacer es disponer los aparatos según lo indica la figura 151. Vemos allí un generador de señales usado como marcador, aplicado al borne que corresponda del generador con barrido, el cual tiene dos salidas, una de 50 c/s para las placas horizontales del osciloscopio y otro de señal con barrido o sea modulada en frecuencia, para inyectar al equipo en ajuste. Esta inyección se hace en el sintonizador; a veces el mismo tiene un borne especial al efecto, indicado con la palabra *prueba* y otras veces se conecta directamente el clip vivo del generador a la grilla de la válvula mezcladora o a su blindaje, separándolo de masa, para que obre como acoplador capacitivo; el clip de la malla va a masa. En la figura se indica la conexión de las placas verticales del osciloscopio a un resistor del televisor; es el de carga de video, pero esa conexión la explicaremos más adelante.

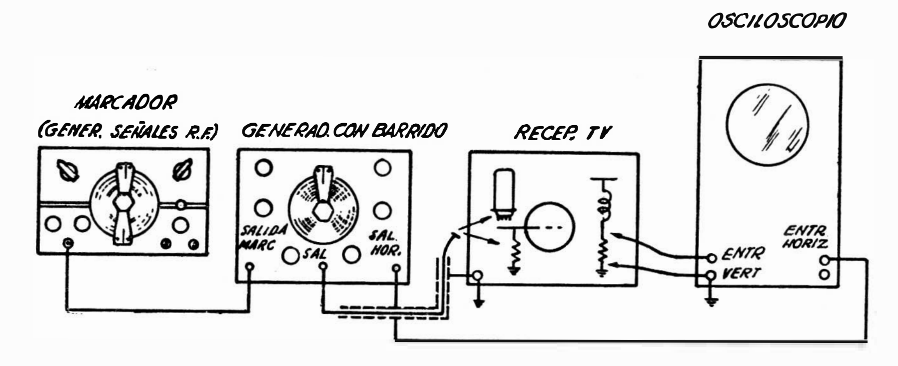


FIG. 151. — Montaje del instrumental para usar el generador con barrido.

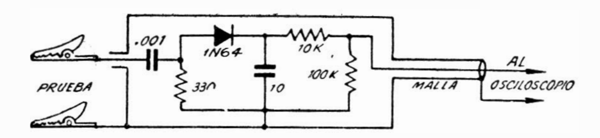


FIG. 152. — Punta de prueba cuando la señal no está detectada.

Ya tenemos los aparatos, pero hay que agregar algo interesante. Nuestro osciloscopio debe estar provisto de una *punta de prueba detectora;* si no la trae como accesorio normal, la construire-

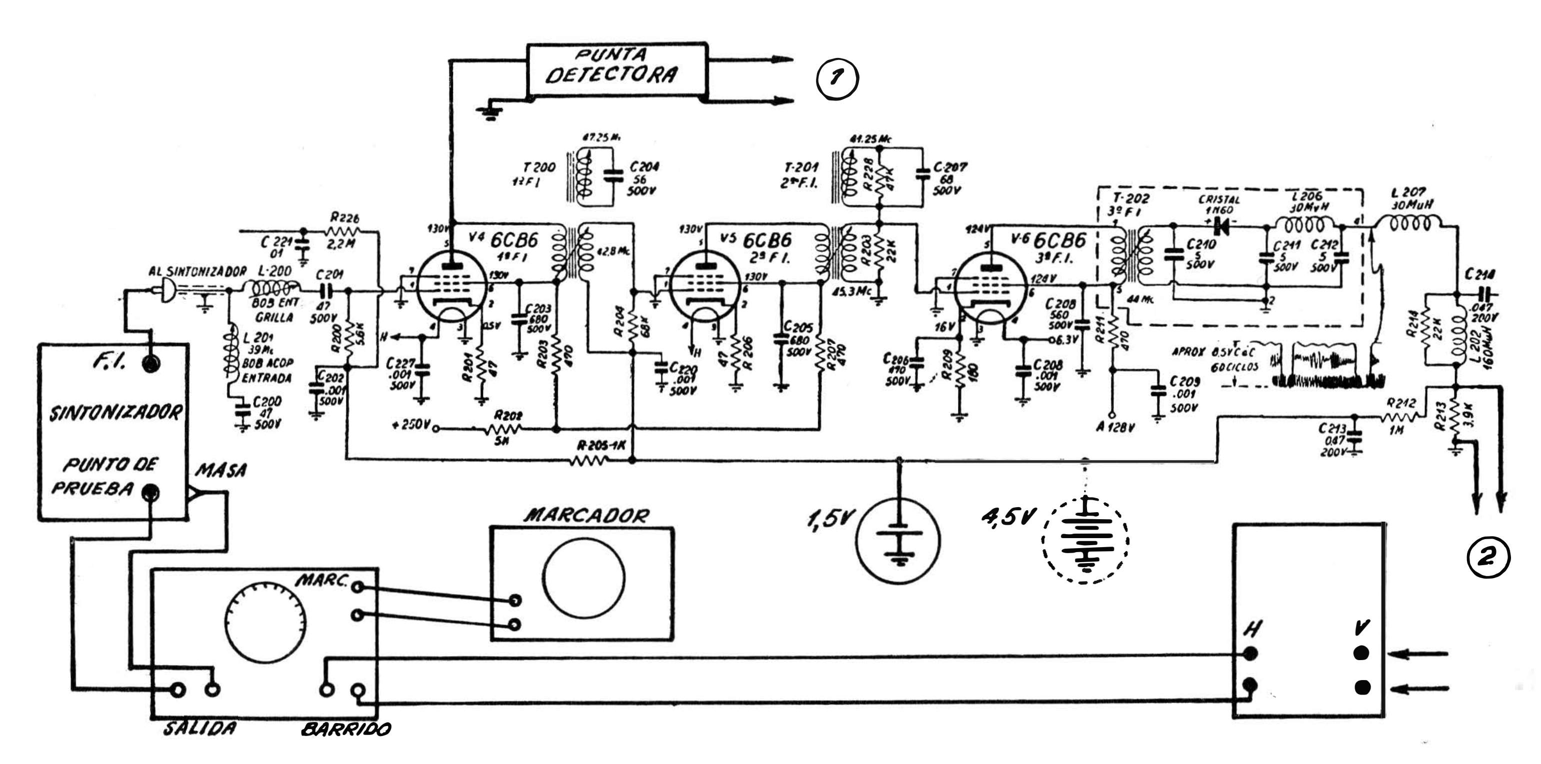


Fig. 153. — Esquema de operaciones para el ajuste de la sección de F.I. de video en un televisor.

mos dentro de un tubo plástico en la forma como lo explica la figura 152. Tiene 3 resistores de ¼ Watt, dos capacitores de cerámica y un pequeño diodo sólido. El tubo debe ser envuelto con una malla o tubo metálico que sirva de blindaje o directamente usaremos un tubo metálico al cual se hacen las conexiones de masa. Hacia la derecha sale un cable blindado coaxil para la conexión a los bornes verticales del osciloscopio y hacia la izquierda dos clips, uno vivo y otro de masa; el segundo puede tener un trozo de cable de unos 10 cm.

¿Cuál es la razón para necesitar esta punta de prueba detectora? Sabemos que el osciloscopio no es capaz de dar imágenes de señales de muy alta frecuencia, y entonces tenemos que tomar la señal una vez detectada. En el televisor hay un detector después del amplificador de video, de modo que si conectamos el osciloscopio después de ese detector, no necesitamos la punta detectora; pero a veces, el desajuste es muy grande y debemos proceder etapa por etapa, y entonces hay que conectar el osciloscopio en puntos antes del detector del equipo. Para eso está la punta detectora. Ahora podemos explicar el proceso de ajuste.

Tomaremos la sección de F.I. de video de un televisor muy popular, el *Ada Wells Gardner*, la que aparece en la figura 153. Suponemos que el sintonizador tiene su punto de prueba, pues si no está, sabemos cómo proceder. Conectamos el generador con barrido aplicando su salida de señal al punto de prueba y masa; el marcador

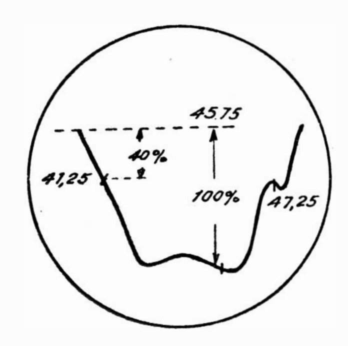


FIG. 154. — Oscilograma para la primera etapa del ajuste.

aplica la señal de marcas al generador con barrido. De este último tomamos señal senoidal de 50 c/s para las placas horizontales del osciloscopio. El sintonizador se pone en un canal que no tenga señal.

El ajuste de este circuito se hace en dos pasos, para cada uno de los cuales hay un oscilograma de muestra o patrón. Explicaremos las dos etapas separadamente, pues cambian las conexiones a realizar.

Primer paso. Debemos polarizar la línea del C.A.G. con una pila de 1,5 Volt (aparece en un círculo en la figura 153) y conectar el osciloscopio, bornes verticales, mediante la punta de-

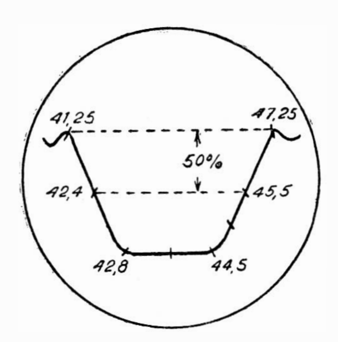


FIG. 155. — Oscilograma para la segunda etapa del ajuste.

tectora, a la placa de la primera amplificadora de F.I.; este paso lo indicamos con el número (1) en la figura. El sintonizador se lleva a un canal sin emisión. El oscilograma de muestra es el que vemos en la figura 154, que aparece invertido, cosa normal en este caso, si el osciloscopio no tiene inversor de imagen. Como la curva que vemos no tendrá todavía esa forma procedemos a:

1) Se pone el marcador en 45,75 Mc y se retoca el tornillo de ajuste del sintonizador y el núcleo de la bobina L200 hasta que la marca aparezca en la cresta de la curva.

2) Se pone el marcador en 41,25 Mc y se retoca el núcleo de la bobina L201 hasta que la marca aparezca en una altura de la curva a 40% del máximo.

3) Se pone el marcador en 47,25 Mc y se retoca el núcleo de la trampa T200 hasta que el pozo de la curva tenga la marca en su lugar.

Segundo paso. Hay que hacer algunos cambios en el circuito; en primer lugar, quitamos la pila de 1,5 Volt de la línea del C.A.G. y colocamos 4,5 Volt; luego quitamos la punta detectora del osciloscopio y lo conectamos directamente al lugar indicado (2) en el esquema de la figura 153, es decir, entre extremos del resistor de carga de video. El oscilograma de muestra es el de la figura 155. Las operaciones a realizar son:

1) Se pone el marcador en 41,25 Mc y se ajusta el tornillo de la trampa T201 hasta que la marca aparezca en el pozo de la izquierda.

2) Se pone el marcador en 42,4 Mc y se trata

de que la marca caiga al 50 % de altura ajustando el núcleo del primer transformador de F.I.

3) Se pone el marcador en 45,5 Mc y ajustando el núcleo del segundo transformador se trata de que la marca caiga al 50 % de altura.

4) Se pone el marcador en 42,8 Mc y después en 44,5 Mc hasta lograr, con el núcleo del tercer transformador de F.I., que las marcas caigan a la misma altura.

Las normas de ajuste precedentes corresponden al tipo de circuito que mencionamos; para otros se seguirán procedimientos similares. Pero cabe hacer la advertencia de que no es el único método de ajuste, pues hay otros que colocan el osciloscopio en un solo lugar, la carga de video, y retocan sucesivamente las bobinas de F. I. buscando con cada una la posición para la marca respectiva. En cada caso debe seguirse el método dado por el fabricante de las bobinas en la hoja de servicio.

Ahora será útil para el lector explicar los procedimientos de ajuste en TV recomendados por los fabricantes de instrumentos, algunos de los cuales son conocidos por haberlos descripto en capítulos anteriores. Veamos esas normas aplicadas en cada caso a un aparato determinado.

CALIBRACION CON EL GENERADOR CON BARRIDO PACO G-32W

La figura 156 ilustra sobre la interconexión entre los instrumentos necesarios y el televisor en la alineación de éste.

1) El cable de salida se conecta entre el conector de salida *output* del G32W y la entrada del circuito en prueba. Este es el cable que no tiene el resistor de 47 Ohm.

2) La salida del circuito de respuesta se conecta, por medio del cable de respuesta del receptor *(Receiver Response)*, al conector de respuesta del receptor del G32W.

3) El cable con conectores de micrófono en los dos extremos se conecta entre la salida de *RF* de un generador marcador de frecuencia variable tal como el *Paco G*-30, y la entrada del marcador del G32W.

4) El conector *Scope Vert.,* del G32W se conecta a la entrada vertical de un osciloscopio de alta sensibilidad, como el *Paco* S55 descripto en el capítulo 11, por medio del cable con fichas en un extremo. La ficha negra es conectada a tierra.

5) El conector *Scope Horiz.,* del G32W se conecta a la entrada horizontal del osciloscopio por medio del cable restante. La ficha negra es la de tierra.

6) Los controles de los instrumentos se disponen así:

A) El selector de bandas en la frecuencia necesaria.

B) Atenuador grueso en $\times$ 10.

C) Salida, completamente girado en el sentido contrario al de las agujas del reloj.

D) Altura de marcas *(Marker height)* completamente girado en el sentido contrario al de las agujas del reloj.

E) Ancho de marcas *(Marker width)* completamente girado en el sentido contrario al de las agujas del rejol.

F) Ancho de barrido *(Sweep Width),* completamente girado en el sentido contrario al de las agujas del reloj.

G) Interruptor de alimentación *(ON-OFF)* en la posición *ON*. Los controles del osciloscopio y del generador marcador según las instrucciones del fabricante de ellos.

Proceso de calibración

Los receptores más modernos de TV son los de sonido por interportadora, cuya alineación es más simple que la de los de tipo antiguo de portadora dividida.

Los pasos básicos de la alineación de este tipo de receptor son los siguientes:

1) Superación de la polarización de C.A.G.
2) Alineación de los transformadores de FI.
3) Alineación de los circuitos de sonido.
4) Alineación de RF y del conversor.
5) Alineación del oscilador de RF.

Debe hacerse notar que hay una gran variedad de circuitos por lo que no puede darse sino una descripción general del método a usar. En todos los casos es de suma utilidad el contar con el manual de instrucciones del fabricante, a fin de conocer exactamente el punto donde inyectar la señal y la forma de onda a esperar.

1) *Superación de la polarización de C.A.G.* — Como se ve en la figura 156 se puede obtener del G-30 una tensión superior a la de polarización de C.A.G. De no ser éste marcador se procede como en la figura 153. El valor de ajuste exacto se obtendrá del manual del fabricante.

2) *Alineación de los transformadores de F.I.* — Hay dos puntos básicos a marcar en la curva de respuesta:

a) La portadora de sonido en el 10 % de la curva.

b) La portadora de video colocada en el 50 % de la curva.

Una vez que las marcas de sonido y de video se han colocado en su correcto lugar en la curva, usando un cristal de 4,5 Mc/s, deben probarse la banda pasante y la F. I. En los trabajos de TV se llama banda pasante al número de Megaciclos entre los puntos de tensión media La señal en el punto *B* varía a razón de 50 c/s y puede ser derivada por *C4;* así, *C4* es desconectado para el segundo paso.

El ajuste del primario se hace para máxima amplitud de la correspondiente curva de respuesta, y el secundario para máxima amplitud y

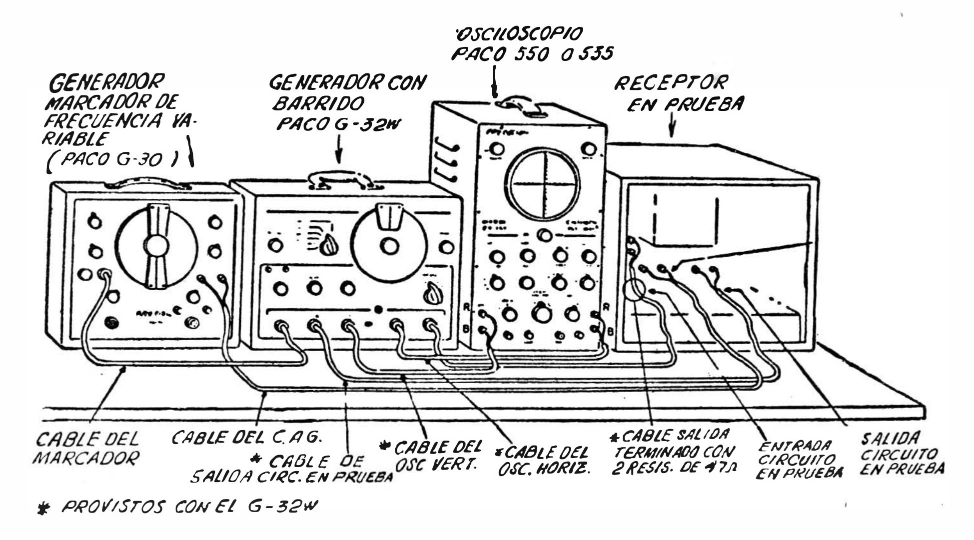


FIG. 156. — Montaje del instrumental para calibrar un televisor.

de la curva de respuesta. El G-30 es ideal para marcar curvas de interportadora, así como los picos de las interetapas recomendables por algunos fabricantes.

Los picos pueden obtenerse de la siguiente manera:

A) Se coloca el G-30 u otro marcador a la frecuencia especificada por el fabricante para cada etapa particular.

B) Se coloca el G-32W para indicar la curva de respuesta completa del sistema de F.I.

C) Se ajusta el núcleo de la bobina en cuestión, observando atentamente la posición de las marcas en la pantalla del osciloscopio. Debe notarse que la forma de la curva cambia durante este proceso. Debe lograrse el oscilograma dado por la fábrica de bobinas.

3) *Alineación de los circuitos de sonido.* — La alineación del detector de audio se trata usualmente como dos pasos individuales y requiere cambios en la conexión del osciloscopio para cada uno. La figura 157 muestra una sección de audio típica que emplea un detector de relación y los puntos de conexión para el osciloscopio (o en su lugar el V.E.). El núcleo del primario del transformador del detector de relación se ajusta mientras el osciloscopio es conectado entre el punto *B* y tierra, y el secundario se ajusta mientras el osciloscopio se conecta al punto *D.* para máximo tramo recto de la porción media de la curva.

La marca correspondiente a 4,5 Mc/s debe centrarse en ambos casos. La misma curva de respuesta puede obtenerse para la alineación de un discriminador, pero los puntos de conexión del osciloscopio son distintos. Si la frecuencia de barrido del osciloscopio es el doble de la del generador, se obtendrá una curva doble o *mariposa* para el ajuste del secundario.

4) *Alineación de la etapa osciladora de R.F.* — El oscilador de R.F. tiene poco efecto en la señal de sonido en receptores de interportadora. Por esta razón se encontrará que uno de los métodos siguientes es mejor que otro para el ajuste de la frecuencia del oscilador local.

a) Se conceta el cable de salida del G-32W al conector de entrada de antena del receptor y el cable de respuesta del receptor a través del resistor de carga del detector de video. Se inyecta una marca con el G-30 u otro marcador correspondiente a la F.I. de video por medio de un acoplamiento débil, cerca de la entrada de la primera etapa amplificadora de F.I. El cable de entrada del marcador debe desconectarse del conector correspondiente del G-32W y el cable adaptador del marcador debe conectarse al terminal hembra de este extremo. Los clips cocodrilo en la parte libre del cable adaptador deben

fijarse al chassis en un punto tan cercano a la grilla de la primera etapa de F.I. como sea posible. Se coloca el G-32W a la frecuencia de imagen del canal a ser ajustado y se reduce el ancho de barrido del G-32W casi a cero. Se ajusta el oscilador local del receptor para centrar

3) El fabricante llamará la atención del reparador sobre una cierta secuencia en el ajuste de los canales, comenzando por uno determinado.

4) El dial del G-32W se coloca a la frecuencia del canal de sonido del primer canal a alinear.

5) Si no se tienen facilidades para inyectar

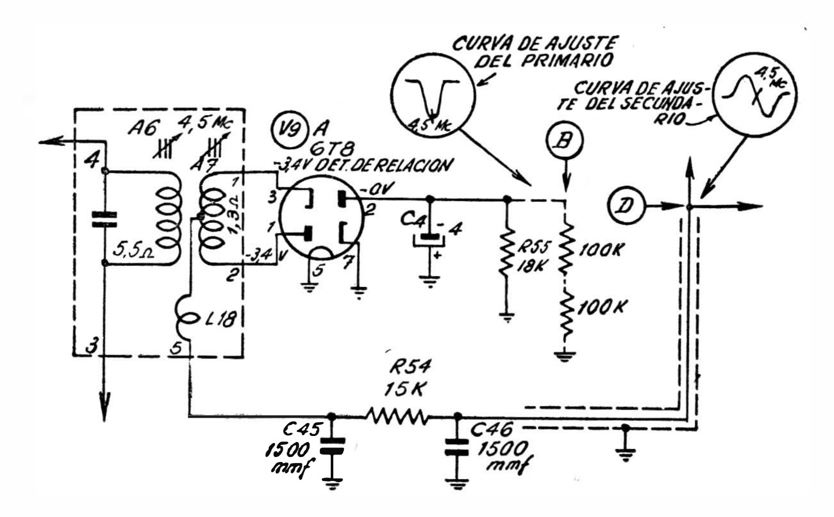


FIG. 157. — Esquema de operaciones en el discriminador de sonido.

la marca en la pantalla del osciloscopio. (El control de sintonía fina del receptor se coloca en el punto medio de su recorrido). Se repite este procedimiento para cada canal en el orden recomendado por el fabricante.

b) Se obtiene la curva de respuesta total (la salida del G-32W conectada a la entrada de antena del receptor a través de resistores de 130 Ohm, y el dial colocado en la frecuencia especificada en las instrucciones). El cable de respuesta del receptor conectado al resistor de carga del detector de video. el G-30 reconectado al conector de entrada del marcador del G-32W. Se dispone el G-30 a la frecuencia de la portadora de sonido del canal de R.F., siendo barrido por el G-32W. Se ajusta el oscilador local de modo que las marcas aparezcan en el 10 % de la curva de respuesta. Se repite este procedimiento para los canales del receptor tal como lo aconseje el manual de instrucciones.

El método más frecuente y simple para alinear el oscilador de R.F. es el siguiente:

1) El cable de respuesta del receptor del G-32W se conecta a través del resistor de carga del discriminador.

2) El cable de salida del G-32W se conecta a los terminales de antena del receptor de TV, usando el circuito de adaptación de resistores de 130 Ohm.

marcas de alta frecuencia, puede usarse el dial del G-32W.

Con el dial de sintonía del G-32W colocado en la correcta frecuencia del canal de sonido, un oscilador de R.F. correctamente alineado producirá una curva de respuesta en forma de *S*, ubicada horizontalmente en la pantalla del osciloscopio.

6) Cuando se prueba el primer canal, si la figura no está colocada en el centro de la pantalla del osciloscopio, se puede reajustar el trimer del oscilador para mover la curva *S* hacia el centro.

7) Los otros canales se alínean en la misma forma.

Las portadoras de la emisora pueden usarse para marcar las frecuencias de sonido y de video como sigue:

a) Se sintoniza una estación en el receptor de TV.

b) Se desconecta la antena y se conecta el G-32W a los terminales de antena.

c) Se reconecta la antena al receptor por medio de altas resistencias.

d) Ambas marcas, la de cada una de las portadoras, aparecerán en la imagen osciloscópica. La portadora de sonido se hace más visible a medida que se varía el control de sintonía fina.

e) Se mueve la marca de sonido en la tram-

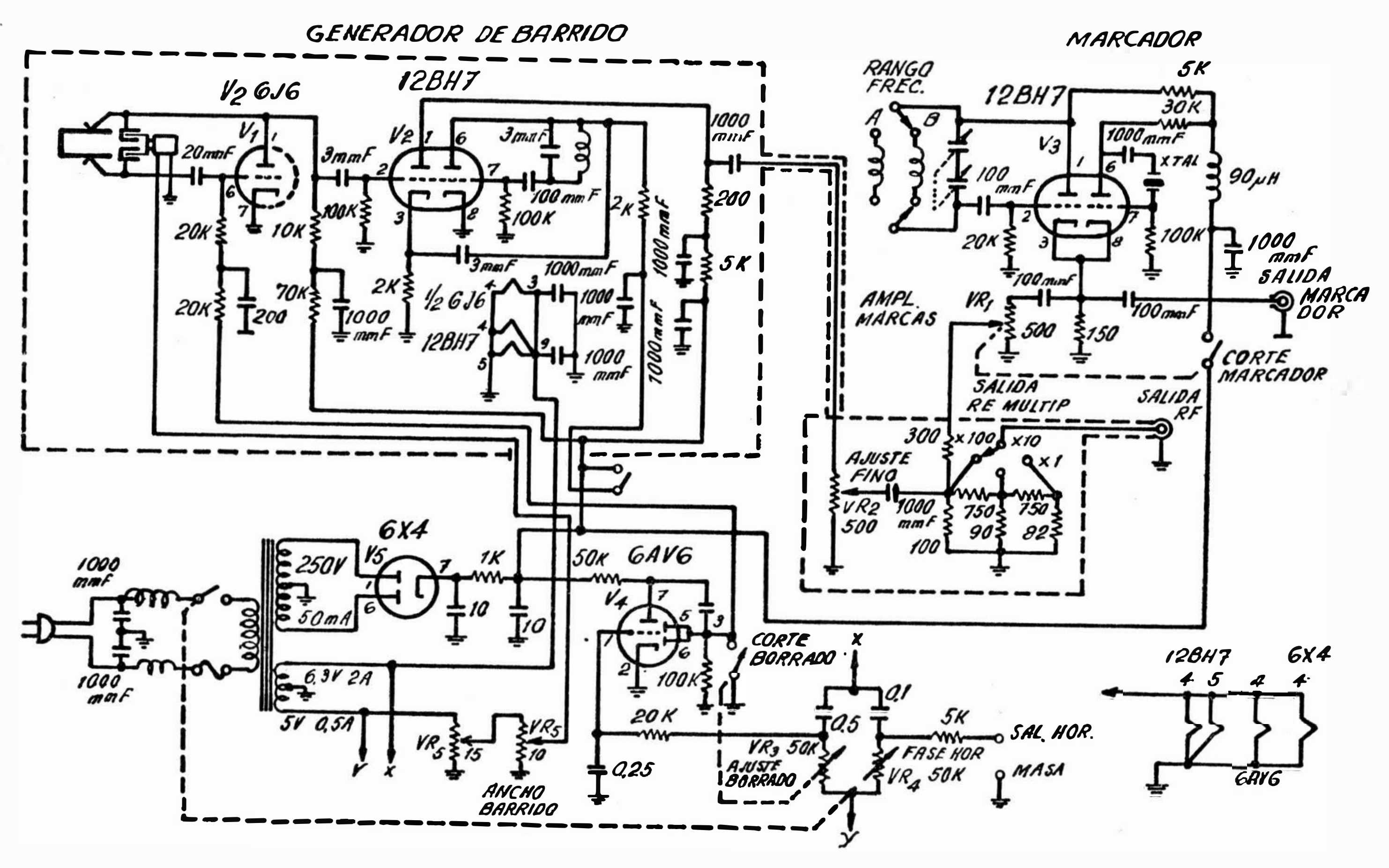


FIG. 158. — Esquema interno del generador con barrido y marcador Leader modelo LSG-531).

pa de sonido ajustando el control de sintonía fina; la marca desaparecerá en el fondo de la depresión causada por la trampa de sonido y reaparecerá a cada lado a medida que se varía la sintonía fina. Cuando la marca de sonido desaparece en la trampa de sonido, la marca de video aparecerá medio ciclo arriba de la curva. De no ser así, deben reajustarse las bobinas de R.F. Si estos ajustes hacen aparecer una depresión, joroba o pendiente a lo largo de la curva total de respuesta, deben hacerse ajustes para obtener la mejor curva dentro de las tolerancias debidas.

GENERADOR CON BARRIDO Y MARCADOR LEADER LSG-531

Este aparato es una combinación de generador con barrido y generador marcador, todo en un mismo gabinete. En U.S.A. se lo denomina *Swemar Generator*. Es sumamente interesante dar a conocer las instrucciones suministradas por la fábrica para el conocimiento y uso de este aparato, cosa que hacemos de inmediato. El circuito general puede verse en la figura 158 y el panel frontal en la figura 159.

El Generador de alineación de TV-FM tiene por objeto proveer dos fuentes de señal para pruebas de TV, FM y otros equipos de recep-

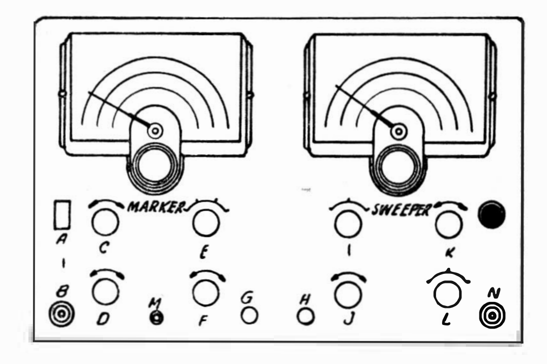


Fig. 159. — Aspecto del panel del aparato de la figura 158. Las letras representan: A) cristal; B) marcador externo; C) Ampl. marcador/no marcador; D) Borrado/no borrado; E) rango de frecuencias; F) fase horizontal/no c.a.; G) tierra; H) horizontal; I) rango de frecuencias; J) ancho de barrido; K) ajuste de salida; L) multiplicador de salida; M) salida R.F.; N) salida marcador.

ción, para las frecuencias altas; en algunos aspectos estas señales son similares a aquellas que se obtienen de los generadores de señal usados para las frecuencias bajas.

La porción osciladora del barrido debido a su naturaleza, necesita varios controles, además de los usuales de sintonía, de salida, etc. Estos son



Fig. 160. — Ajuste del control de fase.

los controles de ancho de barrido, fase horizontal y borrado.

El ancho de barrido o la frecuencia de desviación, es controlado por un reóstato, y la frecuencia central está indicada en la escala por el índice. Esta *frecuencia de desviación* varía desde 0 hasta 12 Mc a través del rango de oscilación.

El control de fase horizontal es usado para la sincronización de la curva de respuesta, sobre

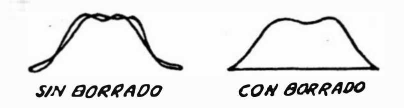


Fig. 161. — Eliminación del retrazado.

la pantalla indicadora, con la acción del barrido, ya que es necesario tener la imagen de la curva para las frecuencias superior e inferior, a cada extremo del trazo. El control de fase se ajusta de tal manera que coincidan las curvas directa y de retroceso, o que aparezcan como una sola curva, tal como se muestra en la curva central de la figura 160.

En el trabajo de alineación es deseable que el trazo de retorno sea eliminado. Para conseguir esto es necesario poner en fase o ajustar el oscilador de barrido, de tal manera que oscile sólo durante el trazo directo. Este control está señalado como *Blanking*.

La figura 161 muestra los trazos obtenidos. Se debe tener en cuenta que la *fase horizontal* (*horizontal phase*) está ajustada con el control de *Blanking* en *Off*.

Uso del aparato

Dado que la alineación de las porciones de sintonía de los receptores de TV y F. M. no es una operación simple, es necesario que le sean familiares al técnico los procedimientos de alineación y prueba de estos receptores.

Antes de proseguir con el uso del LSG-531

TV-FM Swemar Generator, el receptor en prueba debe ser revisado completamente en lo que respecta a las tensiones correctas de funcionamiento y sobre componentes defectuosos.

método. Conecte el *H* y el *G* a la entrada horizontal del osciloscopio.

2) Las perillas de control *C*, *D* y *F*, son llevadas a la posición de *Off*.

FIG. 162. — Esquema de operaciones para la alineación de un amplificador de F.I. de video.

La forma de uso del Generador LSG-531 será descripta de manera tal que el técnico pueda dominar los principios de operación del instrumento y así obtener el máximo rendimiento de éste.

Alineación de un amplificador de FI de video

En la figura 162 se muestran un típico amplificador de F. I. de video y el método de conectar el Generador LSG-531 con el osciloscopio. En general, hay dos maneras de insertar la señal desde el *generador* al equipo en prueba. Una de las formas es aplicar la tensión de entrada al punto de prueba en el receptor. La otra es por medio de un *acoplamiento flotante,* el cual no es nada más que un blindaje no puesto a tierra que cubre la ampolla de la válvula, tal como la mezcladora o la amplificadora (ver Fig. 163).

1) El oscilador local del sintonizador debe ser mantenido inoperante cortocircuitando la bobina (no quitando la válvula) o cualquier otro

Lleve el control de *ancho de barrido* (*Sweep Width*) a una posición del 50 %. La frecuencia de prueba se obtiene volviendo el selector de *rango de frecuencias* hacia *A,* girando suavemente la perilla del *barrido* y llevando el indicador a las proximidades de la banda de F. I. La salida del *generador* debe ser ajustada por medio del *multiplicador de salida R. F.* y del *ajuste fino de salida.* Las curvas típicas que aparecerán en el osciloscopio son las mostradas en la figura 164.

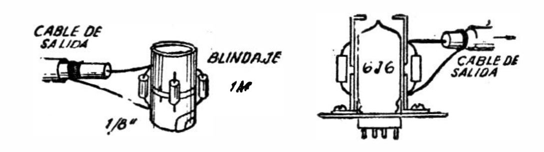


FIG. 163. — Forma de inyectar la señal del aparato al televisor.

3) La *fase horizontal* es entonces ajustada hasta que las dos curvas coincidan. En este punto

el *control D* es ajustado hasta obtener la curva mostrada en la figura 165. Las curvas obtenidas deben ser similares a las especificadas por el fabricante. La entrada del amplificador debe

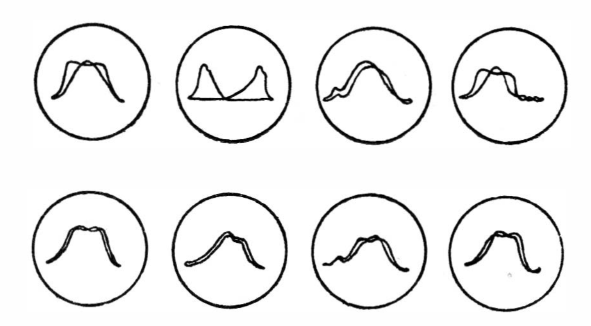


Fig. 164. — Curvas típicas en la pantalla del osciloscopio.

ser mantenida tan baja como sea posible, a fin de no sobrecargar los circuitos. El circuito de CAG del receptor debe ser abierto y sustituido por una polarización fija; este valor debe ser de alrededor de —3 a — 8 Volt, dependiendo del receptor, y puede ser obtenida de una batería. A menos que sea usada una polarización fija se obtendrán resultados erróneos en la curva de respuesta.

4) La inserción de la señal de prueba de frecuencia (marca) se efectúa ajustando el control *Marker Amp.*

El rango de frecuencias se elige fijando el *rango de frecuencias* y el *Marker* (marcador) al punto deseado. En la curva de respuesta aparecerá una pequeña señal superpuesta, conocida por *marca*. Estas marcas *señalan* la frecuencia en esa porción de la curva. Como la frecuencia es variada, la cresta se moverá a lo largo de la curva, hacia la izquierda o derecha, dependiendo del incremento o disminución de la frecuencia. La amplitud de la cresta debe ser mantenida lo más baja posible, a fin de prevenir la sobrecarga.

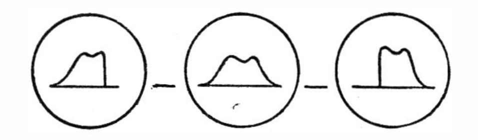


Fig. 165. — Ajuste de la fase horizontal.

Es imposible ajustar la alineación cuando el amplificador está sobrecargado. Cuando la cresta es pequeña el *ajuste fino de salida* debe ser disminuido y la ganancia aumentada en el osciloscopio. Para aumentar la agudeza de la cresta, se conecta un capacitor fijo de 0,001 a 0,01 mfd, a la entrada vertical del osciloscopio. En la figura 166 se muestran, para referencia, curvas típicas.

5) *Inutilización del oscilador local.* Hay varios tipos de sintonizadores, pero ellos deben ser clasificados en dos formas generales: el de tambor y el de interruptor, respectivamente. En la alineación del amplificador F. I., el amplificador local no debe funcionar. Esto puede ser realizado de varias maneras, tales como abrir o cortocircuitar la bobina osciladora. De cualquier manera la válvula no debe ser sacada, para prevenir cambios en las condiciones circuitales.

6) *El osciloscopio.* Se recomienda usar un osciloscopio que tenga al menos dos etapas de amplificación vertical. La respuesta de frecuencia no necesita extenderse hasta las frecuencias más altas. Se requiere una amplificación alta

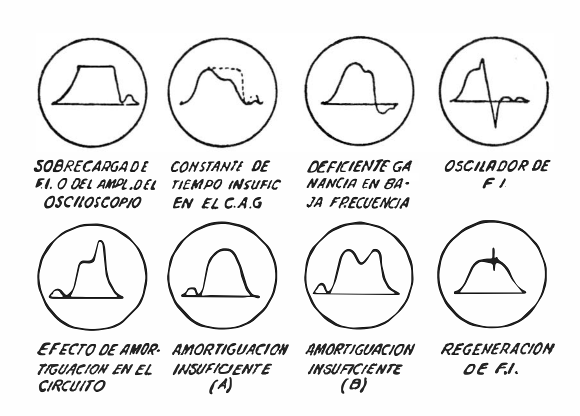


Fig. 166. — Oscilogramas obtenidos durante el ajuste.

para mantener la tensión de entrada a los circuitos suficientemente baja, a fin de prevenir la sobrecarga.

Alineación de sintonizadores

El método de alineación de sintonizadores se muestra en la figura 167, pero para cualquier caso, se deben seguir las instrucciones del fabricante. Una visión general del método es la que sigue. Dado que el cable de salida tiene una impedancia de 75 Ohm, es necesario adaptarla a 300 Ohm. Una forma simple es conectar un resistor no inductivo de 250 Ohm, ¼ Watt. Si la impedancia de entrada del sintonizador difiere de 300 Ohm, se deben usar diferentes valores para los resistores en serie de 130 Ohm. Otros dos métodos se muestran en la figura

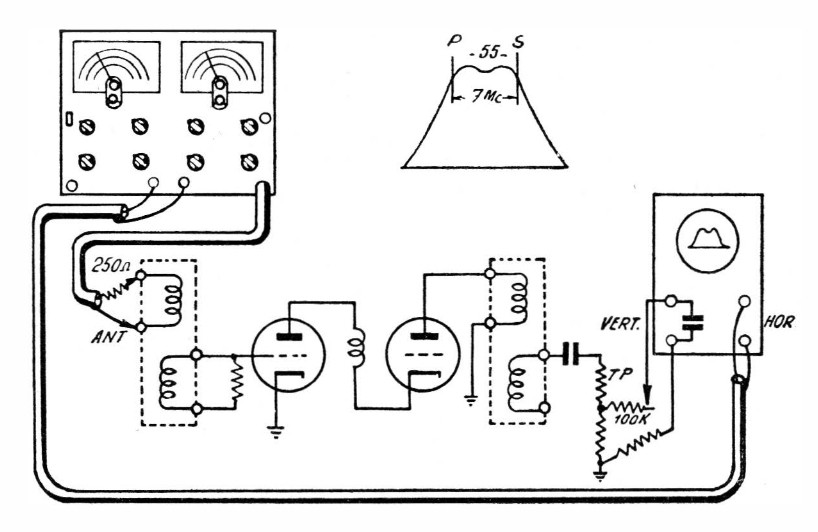


Fig. 167. — Esquema de operaciones para ajustar el sintonizador.

168. El método de la figura 168 A es el preferido. Un cable, *L,* de 75 Ohm, se conecta al extremo de otro cable de 75 Ohm, desde la *salida R. F.,* para obtener una impedancia de salida de 300 Ohm. En la figura 168 B se muestra otro método de adaptación.

El procedimiento para la alineación de sintonizadores sigue los principios generales del ajuste de amplificadores de F. I. La salida de 300 Ohm del cable se conecta a los terminales *ANT* del sintonizador. Conecte un resistor aislado de 50 a 100 K ohm al punto de prueba del oscilador.

Conecte el cable de entrada vertical del osciloscopio al otro extremo de este resistor y el cable de tierra al chasis.

Fije el sintonizador al canal a ser alineado, y fije el barrido para esta frecuencia. El ancho de barrido, la fase horizontal y borrado deben ser ajustados para obtener las curvas correctas. Después que los circuitos sintonizados han sido alineados, los últimos ajustes deben ser hechos insertando las marcas para determinar los picos y valles de las curvas.

Usualmente hay dos picos, separados por 5,5 Mc/s en el sintonizador. Para obtener esta condición es necesario, solamente, fijar la marca sobre un pico e insertar el cristal de 5,5 Mc/s en el zócalo. Aparecerá una nueva marca separada de 5,5 respecto de la primera y el ajuste del sintonizador se hace para otra cresta en esa marca. Esta marca de 5,5 Mc/s se usa en todas las frecuencias. El correcto uso de los cristales ahorra mucho tiempo en la alineación de equipos.

Alineación del amplificador de FI de sonido

Para probar los amplificadores de F. I. de sonido, se muestra un método en la figura 169. Hay dos tipos de sistemas de sonido, el de interportadora y el canal separado. Cada uno será discutido brevemente.

A) El método por interportadora usa como centro de F. I. a 5,5 Mc/s. El ancho de barrido requerido es alrededor de 1 Mc. El cable

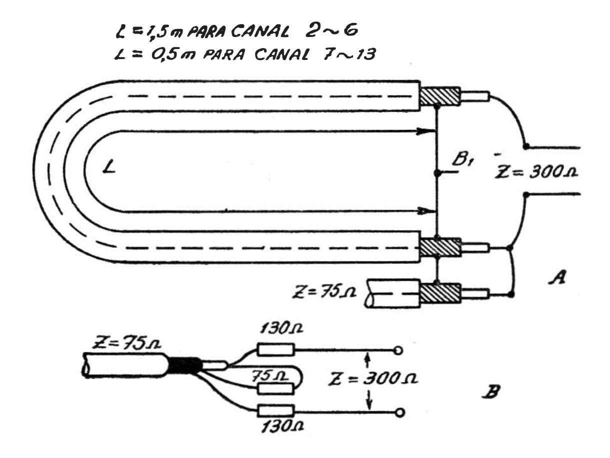


Fig. 168. — Método para adaptar la impedancia de entrada.

de 75 Ohm y los del osciloscopio están conectados como se muestra para el detector de relación. El barrido se fija a 5,5 Mc y las curvas obtenidas deben ser como las de la figura 169.

B) El amplificador de F. I. de sonido separado se alinea por un método que es una combinación de F. I. de video y de interportadora. La F. I. está en la vecindad de los 25 Mc/s y el ancho de barrido debe mantenerse estrecho comparado con el caso de video.

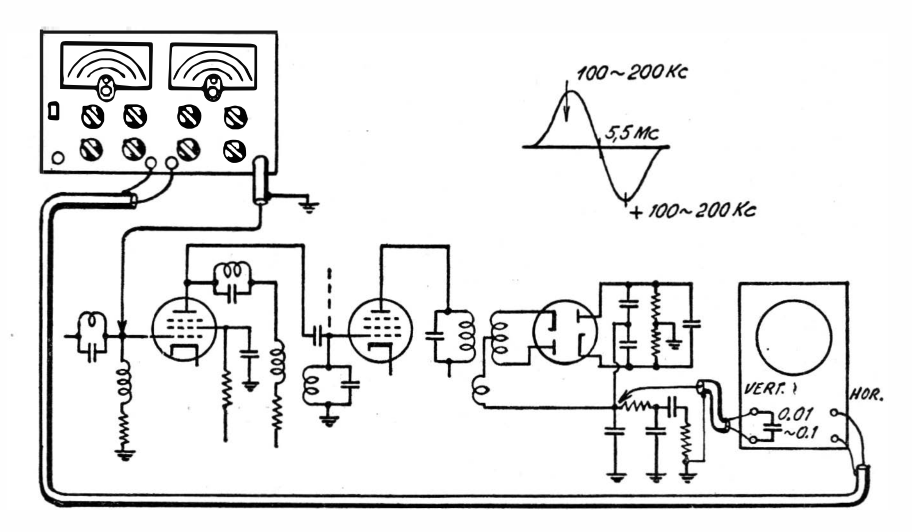


Fig. 169. — Esquema de operaciones para alinear el amplificador de F.I. de sonido.

Los ajustes deben hacerse en la misma manera siguiendo las instrucciones del fabricante lo más ajustadamente posible.

Hay varios puntos que deben hacerse notar en la alineación de F. I. de sonido. Si el barrido es demasiado ancho, la curva será como la que se ve en la figura 170 A. Cuando se hacen marcas con la señal de 5,5 Mc/s, la marca aparecerá donde la curva corta la línea de referencia en forma de ondas relativamente pequeñas.

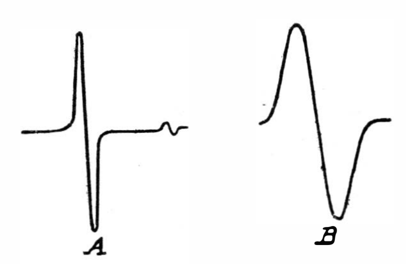


Fig. 170. — Curva obtenida en el osciloscopio sobre el discriminador.

En regiones lejos de la resonancia la amplitud disminuye mientras que el número de ondas se incrementa como en el caso de la figura 170B. Puede usarse el marcador o el cristal de 5,5 Mc/s.

El punto para tomar la señal detectada para introducirla en el osciloscopio dependerá del tipo de detector. Anteriormente nos hemos referido al detector de relación. Hay que tener cuidado de tomar la señal con este tipo de detector en un punto donde la componente detectada de la señal de audio está presente.

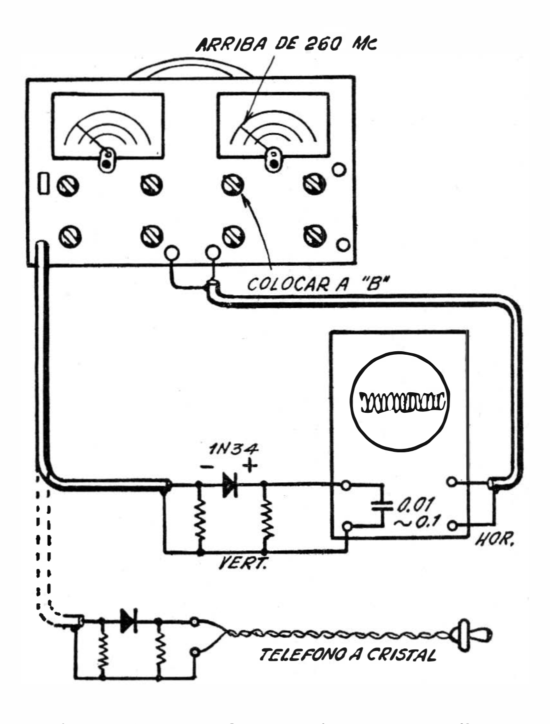


Fig. 171. — Esquema de operaciones para calibrar las frecuencias del marcador.

Calibración de frecuencias

Es posible usar el cristal de 5,5 Mc/s provisto con el generador para calibrar las frecuencias del generador marcador. Se requieren unos pocos accesorios.

El método se ilustra en la figura 171.

Cuando se está usando el osciloscopio para indicación de resonancia, se necesitarán un diodo tal como el 1N34 y dos resistores. A medida que la perilla del marcador es suavemente girada desde las bajas frecuencias y hacia la derecha, aparecerán sobre la pantalla las bien definidas figuras de Lisajous a determinadas frecuencias. Estas son *batidos* que ocurren entre las frecuencias del oscilador a cristal.

En el método aural se usa un teléfono a cristal para oír los batidos, recomendándose para estos efectos un amplificador de audio. Las conexiones se ilustran en la figura 171.

Día 14

Hemos aprendido cosas sumamente interesantes, pues además de saber qué es lo que tiene adentro un instrumento, conocemos la manera de usarlo en la calibración de televisores; el que ha tenido la oportunidad de practicar lo que se ha explicado ya es un operador de laboratorio aunque le falte experiencia, la cual adquirirá con el tiempo. Si retrocedemos imaginariamente hasta la primera jornada comprobaremos cuánto hemos progresado; algunas veces hemos vuelto atrás para repasar algo pues hay temas un poco complejos, pero no podemos decir que han subsistido las dificultades. Falta poco para terminar nuestra tarea, ya que hemos dicho que este libro está dedicado a los que quieren manejar un laboratorio de radio y TV, modesto, donde se armarán, revisarán y calibrarán aparatos, pero donde no se harán tareas de investigación. Estudiar este último tema nos llevaría al conocimiento de aparatos que solamente sirven para ocasiones especiales, que son muy costosos y que se describen en otro tipo de libros.

Dedicaremos esta jornada a explicar brevemente algunos generadores que no han sido tratados y que se utilizan para ciertos trabajos de reparación. Son aparatos muy simples y se los encuentra en plaza, aunque es perfectamente posible construirlos. Lo esencial es que el lector los conozca y sepa manejarlos; su procedencia no interesa más que como referencia.

GENERADORES VARIOS

Si se preguntara a un reparador cuáles son los aparatos que necesita en su taller la lista sería interminable, porque aunque muchos problemas del service se puedan resolver con algunos de los instrumentos ya explicados o con combinaciones de ellos, el reparador preferiría tener un aparato para cada caso de revisión. Es así como en el rubro de probadores se encuentra una infinidad de pequeños equipos destinados a la revisión rápida de cuanto accesorio se encuentra. La mayoría de las veces no se emplean más que en rara ocasión y otras pueden ser reemplazados por uno de los instrumentos clásicos; pero con decir esto no modificamos el gusto del poseedor de esa colección de probadores y otras yerbas.

No obstante, hay algunos aparatos de esos que han sacado ya patente de necesarios y en tal sentido han merecido que los fabricantes los produzcan en serie. En este capítulo hemos agrupado algunos de los que pueden englobarse entre los generadores y en el próximo nos ocuparemos de los probadores. Pero mantendremos la línea trazada para este libro, es decir que solamente mencionaremos aquellos aparatos que puedan ser manejados por armadores y reparadores de radio y TV. Cabe enumerarlos para orientación del lector: son el *generador de barridos,* el *generador de barras,* el *generador con barrido para 465 Kc/s* y el *medidor por pozo de grilla.* Con ellos completamos el tema de los aparatos generadores y afines.

Generadores de barridos

Cuando se debe revisar un televisor sabemos que las fallas posibles son numerosas y el reparador avezado emplea toda su ciencia en localizarlas con la mayor prontitud; pero en esa revisión debe contar con elementos auxiliares, lo que le facilitará grandemente la tarea. Una de las fallas engorrosas es la que afecta a uno de los circuitos deflectores o de barrido y por ello se han diseñado aparatos que pueden suplir a los generadores diente de sierra de un televisor,

entregando ondas dientes de sierra o impulsos de sincronismo tanto para el barrido vertical como para el horizontal.

No se encuentran en plaza muchos aparatos de este tipo, pero hemos considerado conveniente

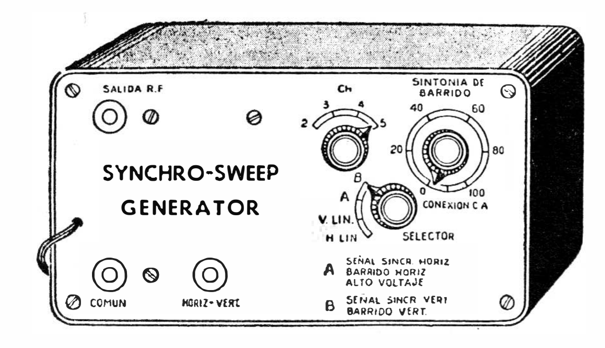


FIG. 172. — Aspecto del generador de barrido Oak Ridge.

describir por lo menos uno de ellos, el que servirá como modelo e ilustrará al lector sobre las posibilidades que brinda. Así, tomemos el *Synchro Sweep Generator,* de la Oak Ridge, cuyo aspecto podemos ver en la figura 172 y cuyo circuito interno tenemos en la figura 173.

(Chanel) y tiene puntos 2 al 5, como hemos dicho. La perilla que sigue da la sintonía fina del canal, y tiene marcaciones de 0 a 100. Hasta aquí la selección de la frecuencia de trabajo.

Ahora veamos la onda de salida. Hay un poco más abajo una selectora de 4 posiciones, marcadas *A, B, V lin* y *H lin.* En la posición *A* se tiene una señal de impulsos de sincronismo horizontal en el borne *Salida R.F.* y onda diente de sierra pura para barrido horizontal en el borne *Horiz.Vert.;* ambos bornes se combinan con el borne común. En la posición *B* se tiene la misma señal, pero con impulsos de sincronismo vertical y onda diente de sierra para barrido vertical, en los bornes antes citados.

Las posiciones *V lin* y *H lin* dan a la salida señales especiales que producen en la pantalla rayas negras verticales y horizontales respectivamente, que permiten ajustar la linealidad de la imagen; o sea que este aparato, además de un generador de barridos e impulsos de sincronismo es un generador de barras, tema del cual nos ocuparemos de inmediato, por haber generadores de barras muy simples de fabricación nacional.

La misma casa Oak Ridge produce un generador de señales de R.F. en frecuencias correspondientes a las portadoras de los canales 6 al 13, a las F.I. usuales en televisión, tanto las de

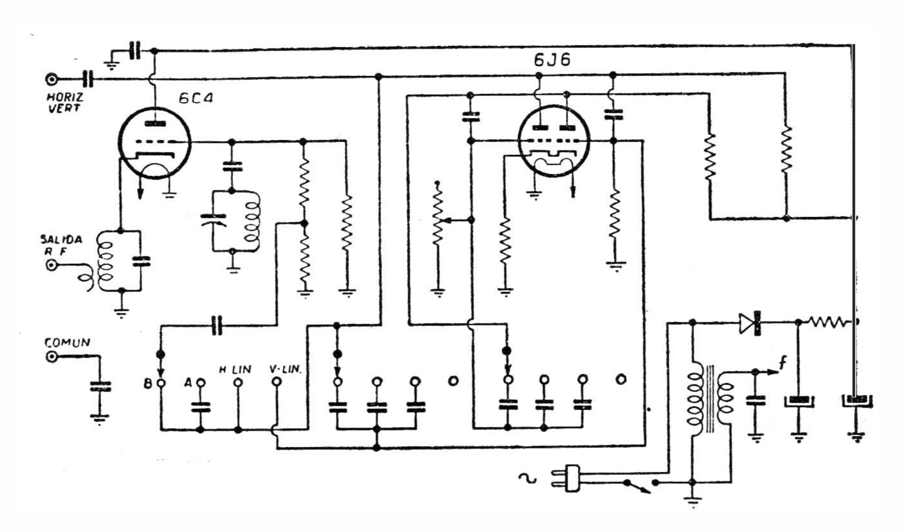


FIG. 173. — Esquema interno del aparato de la figura 172.

Tiene una 6C4 que trabaja como osciladora de R.F. y entrega las portadoras correspondientes a los canales 2 al 5, y, por armónicas, las del 6 al 13. Esas portadoras sufren la inyección de una onda diente de sierra producida por un multivibrador formado por el doble triodo 6J6. La selectora frontal marcada *CH* significa *canal*

video como la del canal de audio y 4,5 Mc/s, esta última modulada con un tono fijo de 500 c/s para revisión rápida del canal de audio. Este aparato es muy interesante pero completamente fuera de la serie habitual que hemos conocido en páginas anteriores. No es fácil encontrarlo en nuestra plaza. Lamentablemente tampoco es fá-

cil encontrar el aparato que mostramos en la figura 172, por cuya razón hemos dado el esquema para tentar a los armadores más experimentados, pues si bien no se registran los valores de los elementos por no haberlos facilitado la fábrica, con un poco de tiempo y deseos de experimentar puede salir algo.

Generador de barras

En el ajuste y reparación de televisores hay un problema que requiere generalmente mucha atención y es el de la linealidad, o sea la fidelidad en las proporciones de la imagen en todos los puntos de la pantalla. El cliente puede admitir una definición imperfecta, porque no puede comparar, simultáneamente, su aparato con otro,

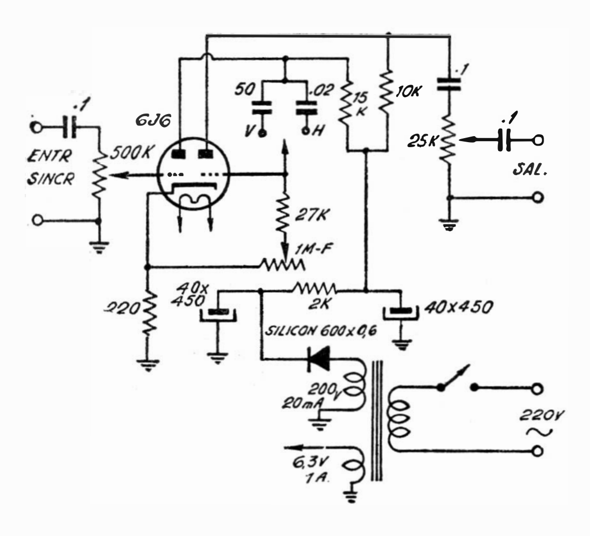


FIG. 174. — Circuito del multivibrador de Potter para generar barras en la pantalla de un televisor.

pero los defectos de linealidad los percibe fácilmente porque afectan a figuras cuyas proporciones reales le son conocidas; y más todavía cuando observa, por ejemplo, que una persona que camina a lo ancho de la pantalla adelgaza o engrosa mientras lo hace...

Felizmente puede controlarse la linealidad con aparatos sencillos, y entre ellos el más simple es sin duda el generador de barras. Se trata de producir en la pantalla del televisor una serie de barras paralelas, a espacios regulares, y tanto horizontales como verticales. Si el espaciado o los espesores de las barras no son idénticos, la linealidad anda mal y se debe retocar actuando sobre los controles respectivos.

Claro que puede argumentarse que la pantalla de prueba que emiten los canales sirve para

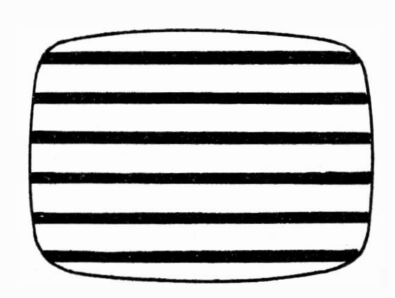


FIG. 175. — Las barras horizontales en la pantalla.

ajustar la linealidad, pero lo hacen durante lapsos muy breves y en horarios no muy cómodos para los reparadores. Entonces, veamos cómo es el generador de barras a que aludimos antes.

La figura 174 nos muestra un circuito muy simple que puede emplearse con éxito; se trata del multivibrador, que contiene una sola válvula doble triodo con un solo cátodo o una de cátodos separados, los que deben ser conectados entre sí. Hay una selectora de dos puntos que permite variar la frecuencia de tal modo que en la posición *V* se producen barras verticales y en la *H* barras horizontales. Las frecuencias aceptables son 300 c/s para obtener 6 barras horizontales en la pantalla y 93,75 Kc/s para tener 6 barras verticales. El potenciómetro marcado 1M - *F* significa *ajuste fino* de la frecuencia y permite estabilizar la cantidad de barras, fijándolas en la pantalla. Los otros dos potenciómetros permiten regular, el de entrada, la amplitud de los impulsos de sincronismo que tomaremos del televisor, y el de salida, la amplitud de los picos, y con ello el espesor de las barras. La toma de impulsos de sincronismo puede hacerse en muchas partes, pero el lugar ideal es la amplificadora de video, donde se hallan ambos impulsos. No cuesta nada probar con un clip el lugar más conveniente, porque no pueden darse normas estrictas debido a las diferencias que presentan los distintos circuitos de televisores.

La figura 175 muestra las seis barras horizontales que se obtienen cuando la linealidad es bue-

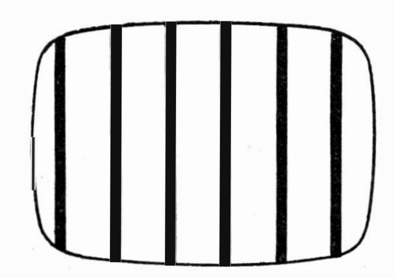


FIG. 176. — Las barras verticales en la pantalla.

na, y la figura 176 muestra las seis verticales en la misma situación. Una irregularidad de la linealidad se muestra en la figura 177, donde vemos que la separación entre barras y los espesores de las mismas son irregulares; el mismo defecto puede presentarse cuando tenemos las

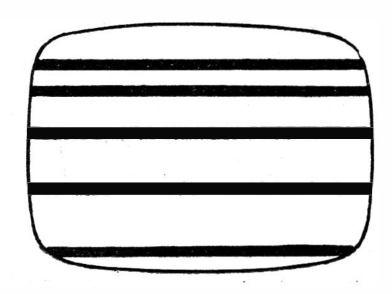


FIG. 177. — Separación irregular en las barras; también pueden ser irregulares los grosores.

barras verticales. Se actuará sobre los controles de linealidad hasta lograr las dos situaciones de las figuras 175 y 176.

El circuito no necesita mayores comentarios. En plaza se encuentran generadores de barras similares al descripto o con diferencias en los circuitos, pero que se usan de manera similar. Ejemplo de ello es el *Sideral modelo GB-A* que muestra la figura 178.

Generador de barras cruzadas

El aparato descripto es muy elemental, por lo que suelen utilizarse otros un poco más elaborados. Describiremos ahora un aparato que servirá para controlar la linealidad vertical y horizontal de los barridos, aunque no esté presente la señal en antena. Consiste en esencia de un generador de barras verticales y horizontales, que produce sobre la pantalla del cinescopio un emparrillado rectangular, que permite una rápida y perfecta revisión de la linealidad por simple comparación entre los rectangulitos o entre las distancias o espesores de las barras. Conectando la salida del instrumento a la entrada de antena del televisor y desconectando la bajada de la antena común, se produce en la pantalla la imagen del emparrillado aludido, que permite realizar un ajuste muy rápido y seguro.

En esencia, vemos en el esquema de la figura 179 que hay dos multivibradores con válvula doble triodo, un oscilador de radiofrecuencia y un rectificador sólido para la alimentación, que se toma directamente de la línea de canalización de corriente alternada de 220 Volt.

La primer válvula constituye el multivibrador que genera las barras verticales. En el circuito de grilla encontramos un potenciómetro de 50 mil Ohm con el cual se puede variar la frecuencia de unos 20 hasta 200 Kc/s. Con la frecuencia mayor de las dos mencionadas se producen unas 18 barras verticales en la pantalla. La segunda válvula, que es el otro doble triodo, corresponde al multivibrador que genera las barras horizontales. Su frecuencia es variable desde unos 50 ciclos hasta unos 500 ciclos, con cuya cifra más grande se obtienen 8 barras horizontales en la pantalla del cinescopio.

La válvula 6SJ7 actúa como oscilador de radiofrecuencia y, mediante variaciones en la capacidad del circuito-tanque, abarca un rango desde 45 hasta 108 Mc/s, que corresponde a los canales bajos. Para cubrir los canales desde el 7 hasta el 13 tenemos las segundas armónicas de los anteriores. Con la señal proveniente del oscilador local, modulamos la supresora y con la señal que nos entrega el oscilador horizontal, modulamos la pantalla. Ambas señales son rectangulares y de ahí que en el cinescopio se observen las barras negras de que hablamos anteriormente.

La salida del aparato puede ser inyectada directamente en el televisor o irradiada mediante una antena *látigo* tipo plegadiza, o simplemente un trozo de cable de medio metro de largo. En tal caso no hay conexión alguna que una a este dispositivo con el receptor, lo que le da cierta espectacularidad.

Para hacer la bobina del oscilador de radiofrecuencia se toma una forma o eje de poten-

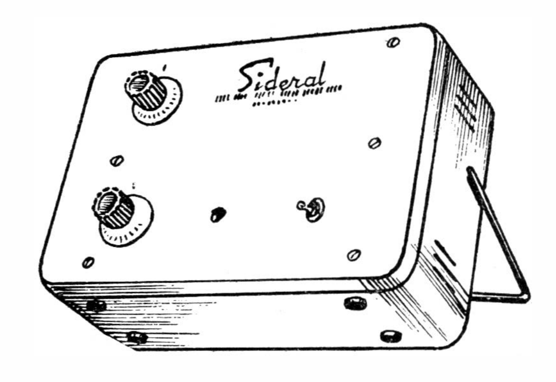


FIG. 178. — Aspecto del generador de barras Sideral modelo GB-A.

ciómetro, es decir de 6,35 mm de diámetro, y se arrollan ocho espiras de alambre Litz que se puede obtener sacándolo de la galleta de un transformador de frecuencia intermedia. En realidad puede servir para el caso alambre esta-

FIG. 179. — Esquema de un generador de barras cruzadas para verificación de linealidad en televisores.

ñado de 0,5 mm de diámetro, espaciando las vueltas de un poco más de un diámetro. La de-

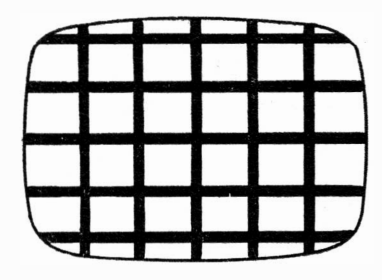


FIG. 180. — Distribución correcta de las barras cruzadas.

rivación se hace a dos espiras completas a contar desde el extremo de masa.

La figura 180 nos muestra el emparrillado que se obtiene en la pantalla del televisor con este aparato, debiendo observarse que todos los rectángulos sean iguales y que los espesores de las barras también lo sean. Una linealidad defectuosa nos mostraría la imagen de la figura 181, donde se forman rectángulos de dimensiones diferentes. Claro está que el observador debe tener un cierto sentido de las proporciones geométricas para operar con éste y con los generadores de barras simples, pero las irregularidades que no son perceptibles por simple observación tampoco tienen importancia con la imagen en funcionamiento, porque las deformaciones no son notables.

Generador con barrido para 465 Kc/s

Si bien no puede decirse que este aparato sea indispensable para el ajuste de receptores de radio, lo cierto es que disponiendo del mismo ese ajuste puede hacerse mucho mejor, aumentando el rendimiento y la calidad del sonido en parlante. Existen en plaza algunos generadores con barrido para las F.I. de los receptores de radio, y como todos funcionan de la misma manera en cuanto a su aplicación a la operación de ajuste de la F.I., hemos elegido uno de ellos, el *Lea* modelo 1560, para su descripción.

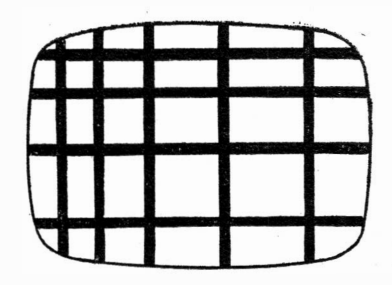


FIG. 181. — Distribución incorrecta de las barras cruzadas.

Para justificar su uso, diremos que el ajuste de los transformadores de F. I. en radio se hace a máxima salida, obteniendo así la máxima selectividad posible con los transformadores de que se dispone; pero si visualizamos en un osciloscopio la curva pasante de F.I., en forma similar a lo que hacíamos con los televisores en el capítulo anterior, podremos dar a esta curva pasante una forma menos aguda y con ello permitir el pasaje de bandas laterales más alejadas de la frecuencia central; tendremos así mayor cantidad de tonos agudos en la reproducción sonora. Asimismo, cuando los transformadores de F.I. tienen dispositivos de acercamiento entre sus bobinados, o dispositivos eléctricos para ensanchar la curva pasante, siempre con la finalidad antes señalada, el ajuste correcto se hace difícil sin disponer del método visual. Llegamos así a la conclusión de que disponiendo del instrumental necesario, o sea del generador con barrido y del osciloscopio, podemos hacer un mejor ajuste; pero ese aparato debe ser apto para la frecuencia de las F.I. comunes, o sea 465 Kc/s.

El *Lea* 1560 incorpora un marcador para poder ver en la curva pasante que nos muestra el osciloscopio marcas a las frecuencias que nos interesan. Veamos los controles que podemos apreciar en el panel frontal que se observa en la figura 182 .

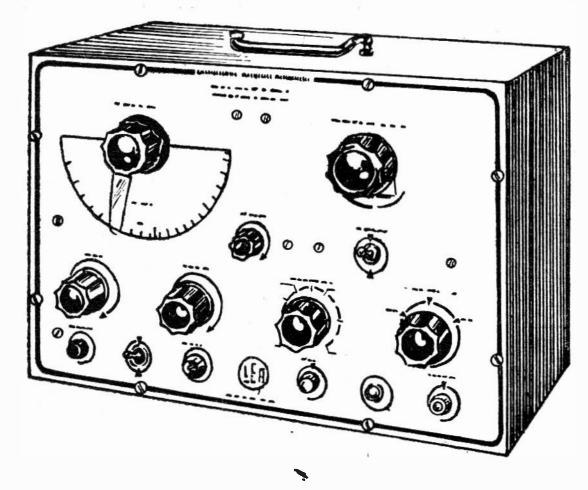


FIG. 182. — Aspecto del generador con barrido para 465 Kc LEA modelo 1560.

Arriba, a la izquierda, tenemos el dial del marcador, con una escala semicircular graduada desde 360 hasta 560 Kc/s, y arriba, a la derecha, tenemos la perilla de sintonía del generador, con la frecuencia central en 465 Kc/s. En el centro hay una perilla más pequeña que gradúa la amplitud de las marcas, y un poco más a la derecha, una llave que pone en circuito o elimina el dispositivo de borrado del trazo de retorno del oscilograma. Un poco más abajo del centro hay una hilera de perillas grandes, que, de izquierda a derecha, corresponden a: control de fase, control de barrido, atenuador fino y atenuador grueso, con posiciones *min, med* y *máx.*

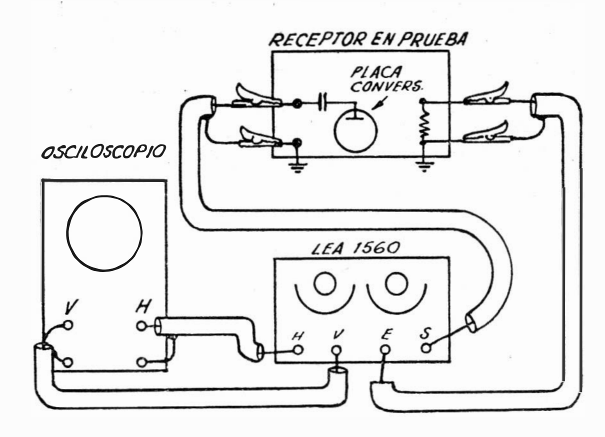


FIG. 183. — Esquema de operaciones para obtener la curva de respuesta de F.I.

En la última fila abajo tenemos los bornes; el primero de la izquierda es para la entrada horizontal del osciloscopio; después viene la llave de encendido general; luego tenemos el borne para placas verticales del osciloscopio; sigue el borne de entrada, una luz indicadora de encendido y el borne de salida. Debe tenerse en cuenta que como el generador marcador está en el interior del aparato, no hay que hacer conexiones externas para esa finalidad.

Las especificaciones de fábrica son: Rango de frecuencias del oscilador con barrido: 0,41 a 0,51 Mc/s; del marcador, 0,36 a 0,56 Mc/s, con una precisión del 1 %. La tensión de salida es de 1 Volt, con una impedancia de 10 Ohm para las posiciones *min* y *med* del atenuador y de 0-250 Ohm para la posición *máx.* El ancho del barrido va desde 30 Kc hasta 110 Kc, continuamente variable.

Para usar el instrumento en el ajuste de la F.I. de un receptor de radio se sigue el circuito que muestra la figura 183. Se conecta el generador, en su borne de entrada, cable coaxil, a los extremos de la resistencia de carga del detector; el borne de salida se aplica a la placa de la conversora y masa, a través de un capacitor. Los bornes *V* y *H* del osciloscopio se conectan a los bornes correspondientes del generador.

Una vez hechas las conexiones se procede como se indica:

a) Se ajustan los controles de foco, brillo y ganancia del osciloscopio hasta obtener un trazo nítido y delgado en la pantalla, y que cubra todo el ancho útil.

b) Se ajustan los controles del generador: barrido y atenuador, al máximo; tensión de salida, posición *med;* borrado en *no.*

c) Se mueve la perilla *Frecuencia Centro* hasta que en el osciloscopio se vea un oscilograma quieto de la curva pasante de F.I. Con los con-



Fig. 184. — La marca en el oscilograma fija una frecuencia determinada.

troles del *Atenuador* y *Tensión de Salida* se busca un tamaño adecuado de la imagen.

d) El control de *Fase* permite obtener un solo trazo en el oscilograma. En esas condiciones se cierra la llave de *Borrado* y entonces aparecerá el oscilograma con un trazo horizontal que sirve de base, tal como lo muestra la figura 184.

Con las operaciones indicadas, y accionando los tornillos de ajuste de los cuatro o más circuitos sintonizados de los transformadores de F. I. del receptor en prueba, se verá en cada caso el efecto que los ajustes van haciendo y se logrará la curva pasante deseada.

Medidores por pozo de grilla

En las operaciones de revisión de equipos, ajuste de resonancia en circuitos sintonizados, verificación de frecuencia de señales y otras, se ha popularizado últimamente un tipo de instrumento simple y eficiente. Se trata de una combinación de oscilador de radiofrecuencia y ondámetro de absorción, con el cual se puede realizar la mayoría de las operaciones de ajustes y pruebas en todos los equipos de radiofrecuencia. Debido a la reducida cantidad de elementos y a su construcción compacta tiene carácter de portátil y reemplaza al generador de señales, con la ventaja sobre éste de que sirve para verificar circuitos trabajando como también inactivos.

Se trata del medidor por reducción de corriente de grilla, así llamado porque cuando el aparato se acopla a un circuito resonante, la corriente de grilla acusará una disminución (pozo: *dip)* cuando la sintonía del medidor se hace pasar por la resonancia con dicho circuito sintonizado.

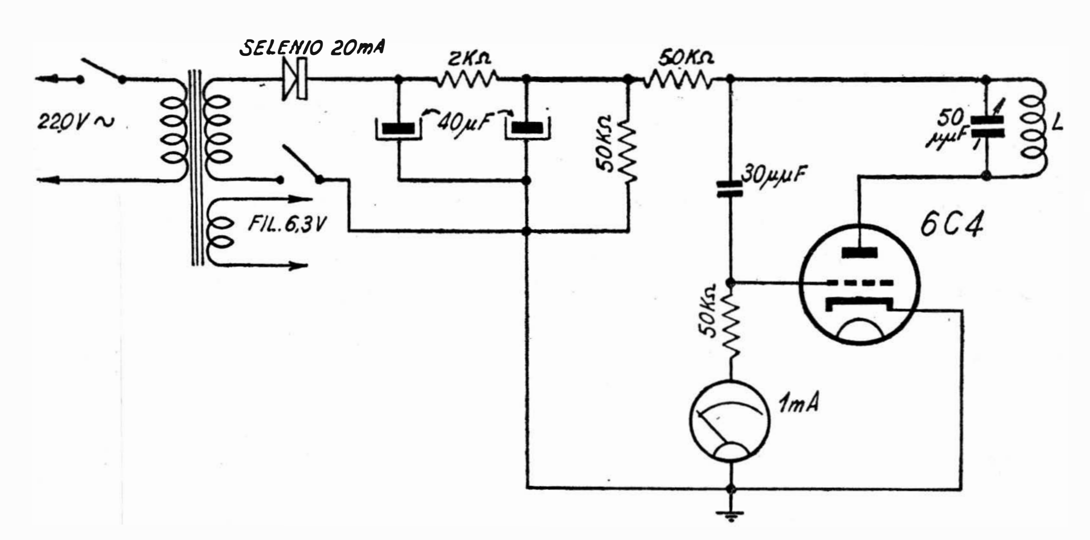


Fig. 185. — Esquema de un medidor por pozo de grilla.

e) Accionando la perilla *Frecuencia Marcador* se verá la marca que muestra la misma figura 184, en el lugar que corresponda a la frecuencia elegida. La amplitud de esa marca se regula con la perilla *Marcas.*

Ello se explica porque este circuito absorbe potencia del medidor cuando ambos están sintonizados a la misma frecuencia. Esa absorción de potencia hace disminuir la realimentación y por tanto la corriente de grilla del medidor. El pozo

de grilla será tanto más definido cuanto más alto sea el Q del circuito resonante acoplado.

Si se usa como oscilador, en cuyo caso se alimenta la placa de la única válvula que posee, se puede emplear para determinar la frecuencia de resonancia de circuitos sintonizados, trampas de onda, filtros, transformadores, de F.I., etc.; inclusive puede ajustarse al tanque de un transmisor, con la sola precaución de desconectar la fuente de alta tensión.

Cuando se desconecta la alimentación anódica de nuestro medidor lo transformamos en un ondámetro, y es posible determinar la frecuencia de una señal, de una irradiación parásita, etc. Basta conectarle un par de teléfonos para transformarlo en un excelente monitor de transmisión.

Hay diversos circuitos de medidores por reducción de corriente de grilla, con ligeras diferencias entre ellos. En todos los casos se emplea un miliamperímetro indicador de resonancia, que puede estar conectado en el circuito de grilla o de placa de la válvula. Además habrá un circuito sintonizado con bobinas cambiables y cuyo capacitor puede ser simple o de estator dividido. La fuente de alimentación para la válvula puede ser a pilas y baterías o la red de canalización, mediante un circuito rectificador con o sin transformador intercalado. Algunas disposiciones eliminan el rectificador haciendo trabajar como tal a la propia válvula.

El problema más importante a resolver es calibrar las escalas de frecuencias para todas las bandas que posee el aparato. Ello puede hacerse con ayuda de un generador de señales o con un receptor de comunicaciones de dial calibrado en frecuencias.

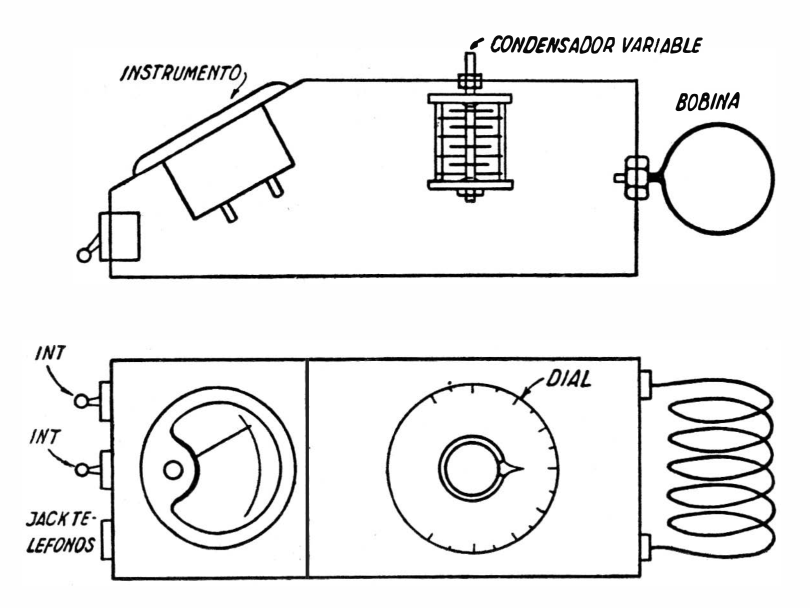


FIG. 186. — Aspecto constructivo del aparato de la figura 185.

BOBINAS PARA EL CIRCUITO DE LA FIGURA 185 - FORMAS DE 15 MM.

Banda (Mc/s)	*Espiras*	*Diám. alambre mm*	*Observaciones*
0,5 — 1,5	300	0,12	espiras juntas
1,5 — 4,5	170	0,12	espiras juntas
3,0 — 7,5	85	0,12	espiras juntas
6,0 — 16	30	0,4	espiras juntas
12 — 30	18	0,7	espiras juntas
25 — 70	8	1,2	sep. 1 diámetro
60 — 150	2	1,2	sep. 2 diámetros

Atento al carácter portátil de la unidad, deben elegirse los elementos de manera de lograr el mínimo de tamaño y peso. La válvula será en todos los casos del tipo miniatura y se emplea transformador, se construirá especialmente con el núcleo de un transformador de parlante. El capacitor variable deberá ser lo más pequeño posible, ya que no hay problemas de aislación. Las bobinas se harán sobre formas de diámetro reducido, para economizar tamaño y peso.

Describiremos un circuito de medidor por reducción de corriente de grilla con instrumento indicador trabajando en el circuito de grilla de un triodo 6C4. La fuente de alimentación, según se ve en fa figura 185 es para alterna, con un transformador de relación 1 : 1 y un devanado de 6,3 Volt para el filamento del triodo. A fin de tener una tensión continua del orden de 200 Volt se hace un filtro formado por un resistor de entrada, en forma similar al sistema de inductancia de entrada, que da mejor regulación de la tensión continua de salida. Como rectificador de media onda se emplea un silicón, que ocupa menos lugar y que no presenta el problema del filamento.

El instrumento es de un miliamper y como vemos se halla formando parte del circuito de grilla del triodo. El circuito sintonizado está formado por un capacitor variable de 50 $\mu\mu$F, combinado con un juego de bobinas enchufables, cuyas características se dan en la tabla.

Es de hacer notar que para la banda de 150 Mc/s debe ajustarse la longitud del alambre, reduciendo un poco las dos espiras hasta aproximadamente una y tres cuartos.

La calibración de la escala para las distintas bandas se hace en forma similar a la de cualquier generador de señales o receptor de comunicaciones, conectando en el primer caso la tensión anódica y no conectándola en el segundo caso. El gabinete puede ser metálico.

En el aspecto constructivo, la figura 186 da una idea para disponer el conjunto.

El panel se hace inclinado y el dial va en la parte superior. La bobina va enchufada en la parte de atrás y los controles están en el pequeño panel frontal. Las dimensiones de la caja no se suministran porque dependen exclusivamente del tamaño de los componentes; conviene confeccionarla en aluminio. La bobina, por su misión de ser acercada a circuitos sintonizados de los equipos en prueba, debe ir al aire, sin blindaje.

Día 15

Describir todos los aparatos que pueden ser incorporados a un laboratorio de radio y TV sería interminable, pues pueden idearse muchos más de los que son realmente necesarios. En un taller de fabricación en serie de equipos, se dispone de aparatos para la prueba parcial de los elementos, cosa que en el trabajo de reparaciones es imposible, por la diversidad de marcas y tipos de aparatos que aparecen sobre la mesa de pruebas. Este libro tiene la finalidad de que el lector conozca y sepa manejar los instrumentos básicos, los que usa la mayoría y en esa idea se ha tratado de completar la serie con los dos últimos capítulos que tratan sobre aparatos varios. Para aclarar el concepto supongamos un probador de válvulas; un taller de reparaciones lo necesita para ahorrar tiempo, pero un taller de armado no, porque compra las válvulas ya probadas.

En ese orden de cosas esta última jornada la dedicaremos a algunos probadores que si bien no son indispensables para trabajar en el laboratorio, permiten ahorrar tiempo en la búsqueda de fallas. De algunos de ellos hay versiones comerciales, de otros no porque son improvisaciones del mismo taller; en resumen, algo parecido a lo que teníamos en el capítulo anterior sobre generadores varios, sólo que ahora son probadores en vez de generadores. Ninguno de los aparatos que se menciona es complicado y su uso será aprendido con facilidad.

PROBADORES VARIOS

Si buscáramos una definición de los probadores no podríamos salir de la palabra que los denomina; en general, son aparatos que permiten probar un accesorio o elemento en forma rápida sin recurrir al uso de instrumentos que tenemos en el laboratorio, pero que para realizar esa prueba requieren unas conexiones y disposiciones no muy cómodas. El ejemplo más ilustrativo de lo que acabamos de decir está en el probador de válvulas; cualquier válvula puede ser probada con un multímetro, pues basta conectar un zócalo adecuado, alimentar su filamento, dar tensión a la placa y medir la corriente anódica en conexión como triodo. Pero todo eso requiere una cantidad de operaciones, conexiones, etc., que hacen impracticable el procedimiento cuando hay que probar varias y distintas. Disponiendo del probador, se enchufa la válvula, se mueven unas palancas y se hace lectura en el instrumento; con eso ya sabemos si la válvula está mala, dudosa o buena.

Queda así justificada la existencia de los probadores, de los cuales describiremos los usuales en talleres y laboratorios de radio y TV. Son ellos los probadores de válvulas, de transistores, de cinescopios, de capacitores, para mencionar los que encontraremos en este capítulo. Hay otros, pero se estima que sería imposible que nos ocupáramos de todos por su variedad, y por considerar que no son necesarios.

PROBADORES DE VALVULAS

La válvula puede tener varios defectos que la hagan inapta para llenar sus funciones, y todo armador sabe con qué frecuencia hoy día hay que reponer o substituir tubos en los equipos receptores, amplificadores y televisores. Un examen minucioso permite muchas veces diagnosticar la existencia de tal o cual falla, mediante mediciones en el circuito mismo, pero se ahorra mucho tiempo y se llega a una convicción completa, si las válvulas sospechosas se prueban con un aparato destinado a ello.

El probador de válvulas es, en esencia, un dis-

positivo que permite comprobar si la válvula puede o no seguir funcionando. Para tal fin, las pruebas a realizar son varias, a saber:

1) continuidad del filamento;
2) cortocircuitos entre electrodos con filamenmento apagado;
3) cortocircuitos entre electrodos con filamento encendido;
4) emisión catódica normal o aceptable.

Analicemos cada una de esas pruebas en detalle.

número 2 sin conexión. Esto es para colocar la manija allí, con lo que el filamento de la válvula quedará sin conectar. Si en estas condiciones se aplica entre cátodo y cualquier otro electrodo una tensión alterna, en serie con la cual se coloca una lámpara a neón, ésta encenderá si hay un cortocircuito. Pero hay que hacer algunas aclaraciones.

En primer lugar, debe hacerse esta prueba con todos los electrodos, excepto con el filamento. Para ello, el filamento queda unido siempre por

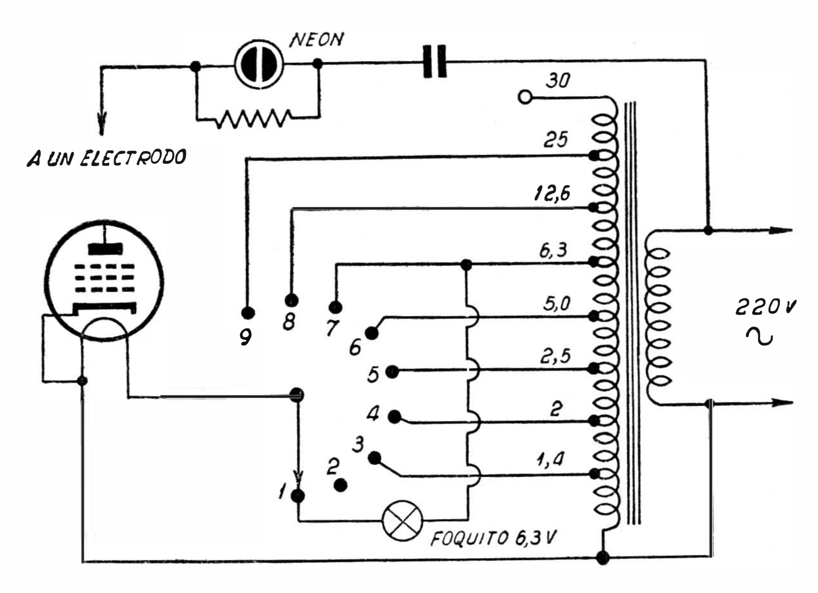


FIG. 187. — Circuito básico para probar filamentos y cortocircuitos entre electrodos.

Continuidad de filamento

Mediante la aplicación de una tensión alternada cualquiera, intercalando en serie una lámpara de dial, si ésta enciende es porque el filamento no está cortado. La figura 187 muestra el esquema a seguir, y se emplea una derivación para 6,3 Volt del transformador, conectando en serie con el filamento una lamparita de esa misma tensión. Claro está que la lámpara no siempre encenderá a pleno brillo, pero si enciende, es porque el circuito está cerrado y el filamento parece estar entero.

Cortocircuitos entre electrodos

En primer lugar hay que hacer esta prueba en frío, para lo cual, volvamos a la figura 187 y veremos que la llave selectora de tensiones de filamento, que se emplea para otras pruebas que describiremos más adelante, tiene su posición uno de sus extremos al cátodo, si la válvula posee este último elemento. La lámpara neón debe estar shuntada por un resistor. Además, si no se coloca un capacitor en serie, la lámpara encenderá aunque no haya cortocircuitos internos en la válvula, debido al efecto rectificador de esta última. Con el capacitor se impide el paso de corriente rectificada de modo que sólo encenderá la neón cuando haya un verdadero cortocircuito entre algún electrodo y el cátodo. Esta precaución es válida para filamento alimentado.

La prueba de cortocircuito, para ser completa, debe hacerse otra vez con el filamento encendido, porque algunas válvulas sólo se ponen defectuosas al funcionar. Para tal fin se ha previsto la misma prueba, pero corriendo la selectora de filamento hasta la posición correspondiente. Luego se hará la misma prueba anterior con la serie neón, entre cada electrodo y cátodo, y entre los electrodos. Si la neón no enciende en ningún caso, es porque no hay cortocircuitos internos.

Prueba de emisión catódica

La emisión del filamento o del cátodo de la válvula puede probarse con corriente continua o alternada, pero es preferible hacerlo con la segunda de ellas. Para tal fin se aplica entre el cátodo y todos los demás electrodos unidos entre sí, una tensión de 30 Volt, y se mide la corriente que circula. Haciendo una tabla con las corrientes catódicas normales para válvulas nuevas, se puede establecer el estado de emisión de la válvula en ensayo. Esta tabla la puede confeccionar el lector o, si compra un probador de válvulas, la encontrará dentro de su caja.

El principio de esta prueba consiste en hacer trabajar la válvula como diodo, ya que al unir todos los electrodos de la válvula, menos el cátodo, a la placa, convertimos a la válvula en un diodo.

El esquema que corresponde a esta prueba se ve en la figura 188, notándose que un miliamperímetro mide la corriente rectificada, o sea la indicación de la emisión electrónica de la válvula en estudio.

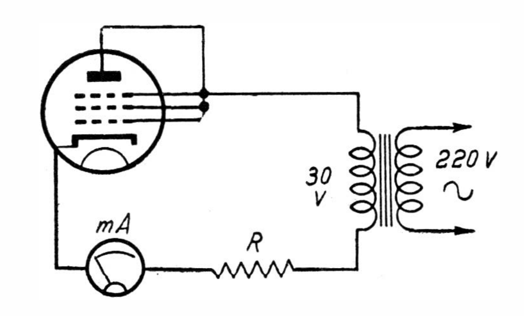


FIG. 188. — Esquema básico para probar la emisión catódica.

Para proteger el instrumento contra el exceso de corriente que circula por el circuito, se coloca el resistor *R* en serie con el mismo y cuyo valor se determina de modo tal que la corriente no supere el valor de 1 mA, que es el máximo de la escala. En el circuito práctico veremos que además del resistor en serie, se coloca un reóstato en paralelo que oficia de shunt variable. Este reostato tiene una perilla con una escala graduada de 0 a 100 y se denomina *reóstato de calidad.* En la tabla para el uso del probador se especifica el punto de dicha escala que debe ajustarse para cada válvula bajo prueba, Se hace notar que si se altera la tensión de 30 Volt especificada, o los resistores en serie y paralelo con el instrumento, las cifras indicadas en la tabla no corresponden, por lo que no conviene modificar dichos valores. La tabla que hemos mencionado viene con los probadores comerciales.

Circuito práctico

La figura 189 presenta el circuito final, que se parece en los detalles generales a los probadores clásicos. Se agrupan todas las válvulas en nueve tipos de zócalos. Se incluyen dos tipos octal, porque hay una serie de válvulas, indicadas especialmente en el cuadro, que tienen su filamento dispuesto en diferentes patas de zócalo que las demás. De modo que el zócalo número 5 es para válvulas comunes con base octal, y el número 6 es para las especiales expresamente indicadas en la tabla, por similares razones hay dos zócalos de 7 contactos. Además, hay un zócalo nonal, de 9 patas, para las válvulas más modernas. Todo el conjunto se alimenta con la red de alternada de 220 Volt, tanto la serie para cortocircuitos, como la serie para emisión y el primario del transformador múltiple de filamento. Cada electrodo de igual número de los zócalos va al centro de una inversora unipolar, uno de cuyos polos está unido a la línea de cátodo y el otro a la línea de ánodo. Cualquiera que sea la posición del cátodo en el zócalo, para cada válvula, siempre se lo puede conectar a la línea de cátodo con sólo colocar la llave respectiva en la posición *C*. Los demás electrodos, es decir, las demás llaves, deben ir a la posición *A* (ánodo), salvo que la válvula tenga dos cátodos, y así lo indicará expresamente el cuadro para cada caso.

La grilla debe estar unida al capacete superior, de manera que se disponen dos casquillos, uno grande y otro pequeño conectados al centro de la llave número 10 para poder conectar la grilla también a la línea ánodo, en la prueba de cortocircuito o de emisión.

Hay una selectora de prueba *Sp,* de dos pisos o secciones, que aparece en la figura junto a la toma de corriente desde la red una de ellas y junto al transformador, la otra. En la posición Nº 1 el aparato está desconectado y no se usa. En la posición Nº 2 se hacen las pruebas de cortocircuito en la forma explicada, en frío y en caliente, con la neón. Para la prueba en caliente, deberá correrse la selectora de filamento a la posición que da la tensión indicada en la tabla de válvulas. Pero antes se habrá hecho la prueba de continuidad, con la selectora de filamento *Sf* en la posición Nº 1. Si la lámpara roja enciende es porque el filamento está bien. Luego se pasa la selectora de filamento a la posición Nº 2, para hacer la prueba de corto-

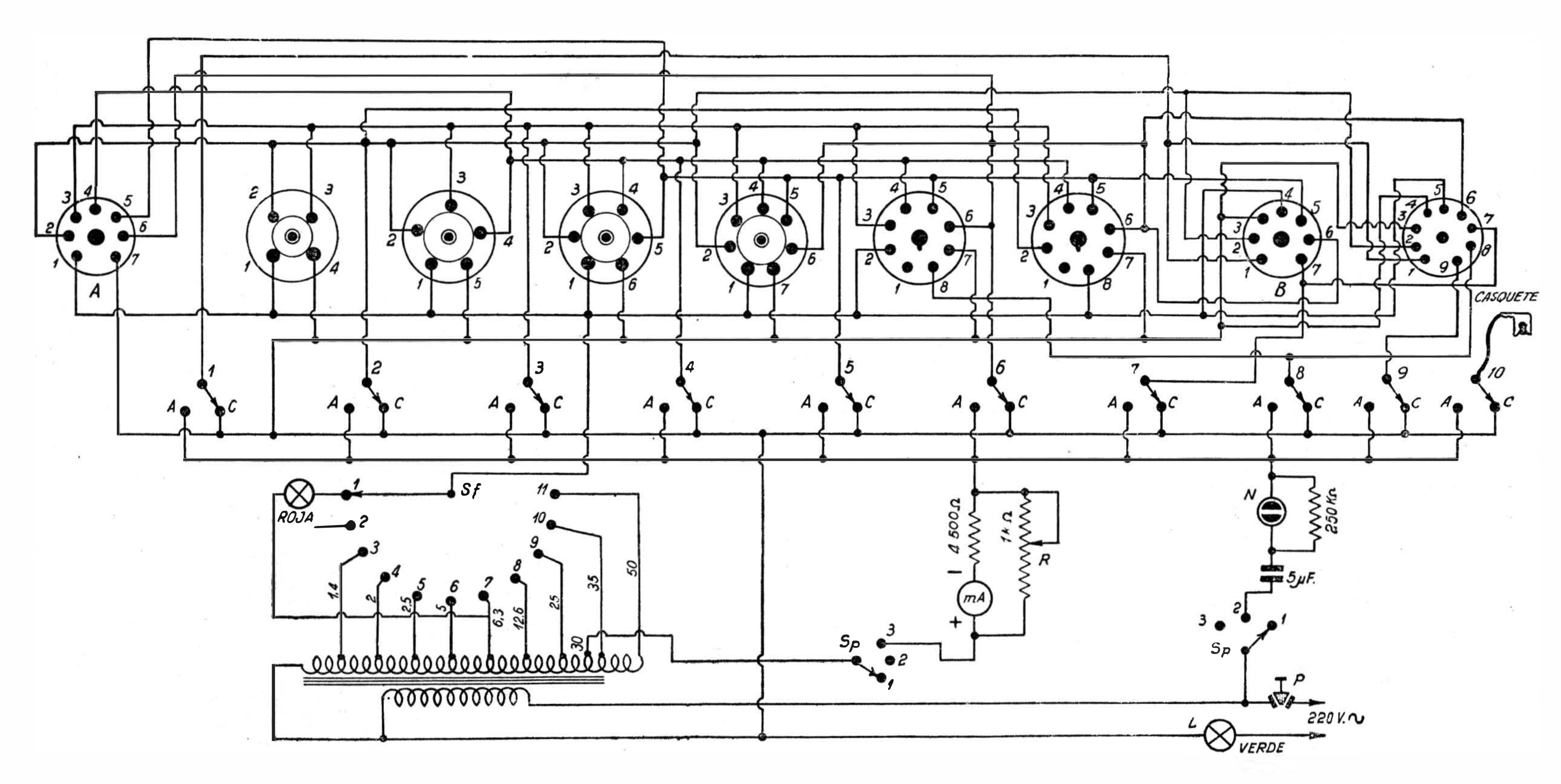


FIG. 189. — Esquema general de un probador de válvulas como el que se describe en el texto.

circuito entre los electrodos con el filamento frío. Hay que colocar la selectora *Sp* en Nº 2 y la *Sf* en Nº 2 y cerrar la llave a cátodo, que indique la tabla; después se van cerrando a ánodo una por una las llaves 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9, y la neón no debe encender. Finalmente, estando todas las llaves en cátodo, se levanta una sola por vez a la posición *A*, y tampoco debe encender la neón.

Después de esto se hace prueba de cortocircuito en caliente, igual a la anterior pero con la selectora de filamento en la posición correspondiente. Y finalmente, se pasa la selectora *Sp* a la posición Nº 3 y comienza la prueba de emisión.

Para tal fin el reóstato de calidad se ajustará al punto de la escala indicado en la tabla. Es muy importante destacar que para evitar que se dañe el instrumento, este reóstato debe estar permanentemente en la posición cero, de modo que la corriente del circuito no pase por el instrumento. En el momento de hacer la prueba de emisión se corre la manija hasta el punto que corresponde en la escala, y después de terminada la prueba se lo vuelve a cero.

La lectura en la escala del instrumento debe ser superior a la mitad de la misma, pues en el punto medio indica estado regular de la válvula, y por debajo de él, estado malo.

Un refinamiento interesante es pegar sobre la escala del instrumento una cartulina con sectores de colores rojo, amarillo y verde, según se indica en la figura 190. La zona de color rojo

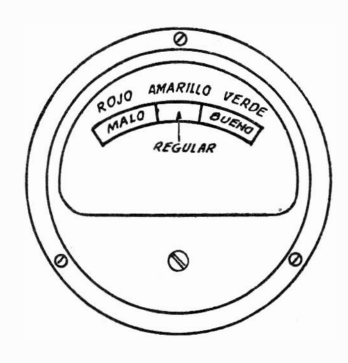


FIG. 190. — Aspecto de la escala que puede colocarse al miliamperímetro de un probador de válvulas.

abarca del 0 hasta el 0,45 de la escala, y es la que indica estado malo. El estado regular queda indicado con la zona amarilla, que abarca de 0,45 hasta 0,55 de la escala. Desde este último punto hasta el final, se tiene la zona verde, indicadora del estado bueno de la emisión. La escala así dispuesta resulta similar a la de los probadores de válvulas de modelos comerciales. Otro refinamiento es colocar en algún lugar del aparato un botón pulsador, que conecte la línea general de entrada sólo cuando se lo oprime, a fin de que puedan hacerse con comodidad los

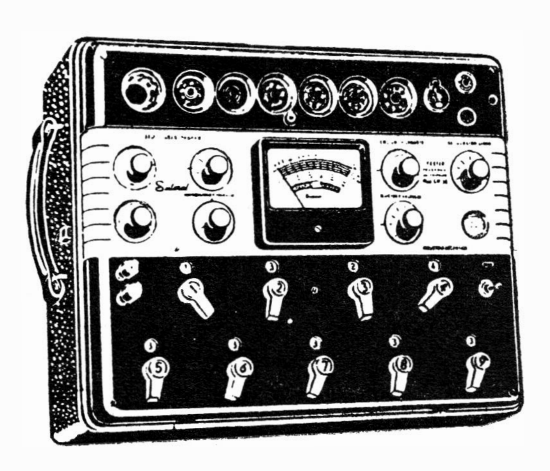


FIG. 191. — Aspecto exterior del probador de válvulas Sideral modelo G-56.

cambios en las llaves, estando la línea desconectada. Este pulsador se indica con la letra *P* en la figura 189.

Se observará que hay una lámpara piloto verde. Es la que está al pie de la figura 189, y sirve de control sobre un posible exceso de consumo, y al estar encendida indica que la válvula bajo prueba está conectada. Para este fin conviene elegir un tipo de 150 mA de consumo, de manera que sirva de fusible al aparato.

La descripción del circuito de la figura 189 es simplemente ilustrativa, de modo que no debe interpretarse que se da como modelo para la construcción del aparato, aunque los que lo intenten puedan llegar a feliz término. Es generalmente engorroso encarar la construcción de esta clase de instrumentos y se encuentran en plaza modelos que funcionan muy bien. A título ilustrativo mostramos el de la figura 191, que es un Sideral modelo G56. Las llaves de la figura 189 están manejadas aquí por perillas tipo palanca y el proceso operativo es enteramente similar a lo que se ha explicado.

La tabla de válvulas indica una cifra muy importante y es la emisión normal, es decir la posición en que hay que poner el reóstato para que la lectura en el instrumento, estando la válvula buena, se produzca en la zona verde de la escala. Esa tabla viene con el instrumento y es sumamente sencilla para interpretar. Suele indicar la posición de la llave selectora de fi-

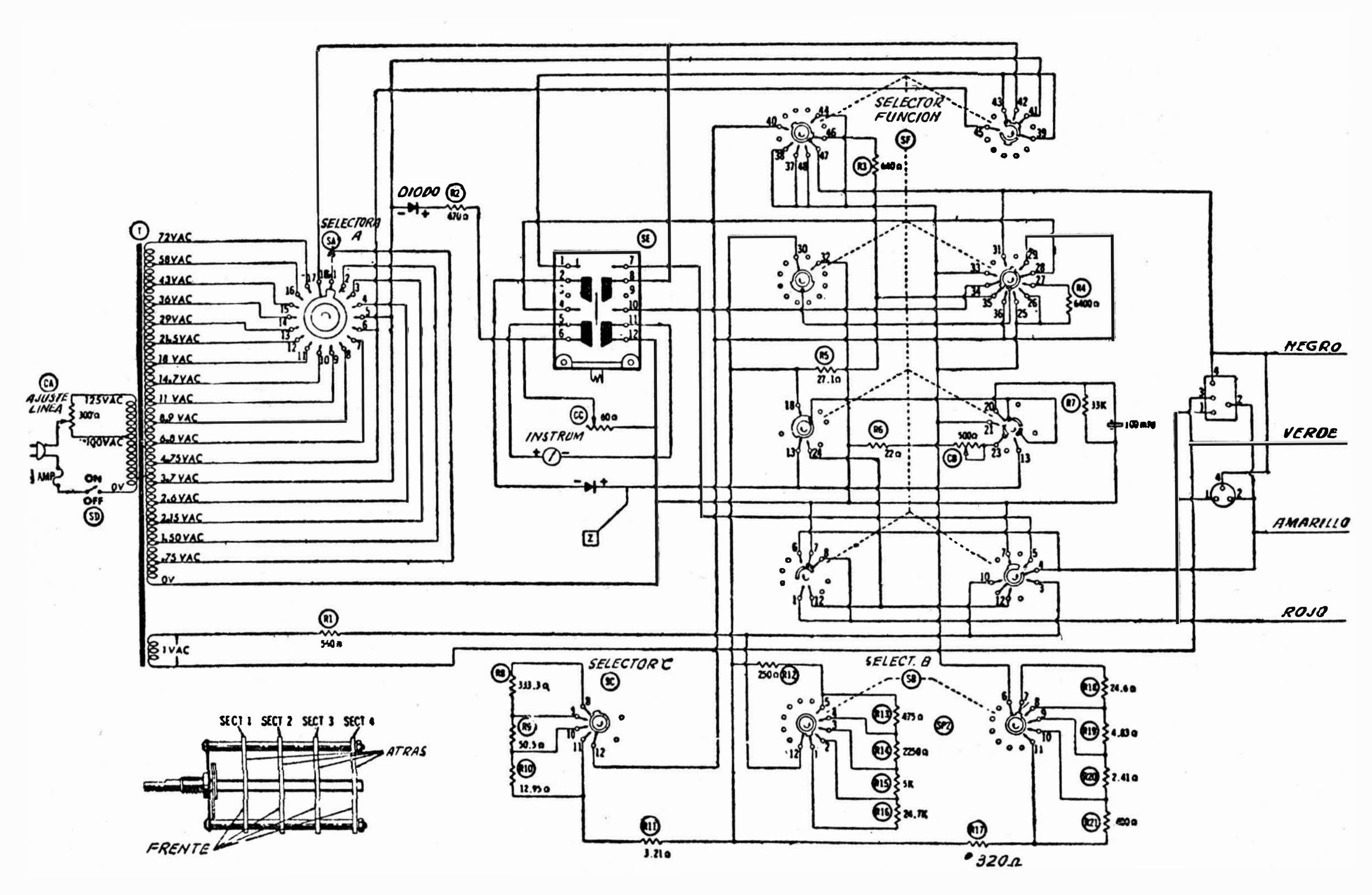


FIG. 192. — Esquema general del probador de transistores Paco modelo T-65.

lamento, la posición del reóstato *R* y si se pone o no en la posición *C* alguna de las selectoras simples que hemos visto.

PROBADOR DE TRANSISTORES PACO MODELO T-65

La prueba de transistores no presenta tantos problemas como la de válvulas por dos razones fundamentales: la primera es que a pesar de la gran variedad de tipos, la gran mayoría sólo tienen tres terminales, y entonces pueden hacerse probadores con tres cables terminados en clips coloreados para identificación; la segunda es que es menos frecuente la necesidad de probar un transistor que una válvula por el menor régimen térmico de funcionamiento. Si a los transistores le agregamos los diodos sólidos o diodos a cristal, tenemos todos los semiconductores que pueden probarse con un aparato preparado para ese fin. En el capítulo 5 vimos la manera de probar transistores y diodos con el multímetro, de manera que ahora agregaremos la explicación de cómo probarlos con un aparato construido expresamente para ese fin.

En plaza se encuentran varios probadores de semiconductores, unos más completos, otros más simples. De todos ellos hemos elegido uno de los más completos, que puede adquirirse en forma de equipo para armar (*kit*) o armado y funcionando; nos referimos al Paco modelo T-65.

Tomando el folleto que acompaña a estos aparatos, extraemos del mismo las instrucciones, esquema general, el cual mostramos en la figura 192, y las dos tablas que deben consultarse durante el uso. Estas tablas están vinculadas al esquema y están denominadas: Tabla I y Tabla II, respectivamente.

Especificaciones generales

Este instrumento prueba secuencialmente trasistores en la siguiente forma:

1) *Cortocircuitos*: Colector-emisor y/o base en cortocircuito.

2) *Icbo*: Corriente de corte de colector desde 2 µA hasta 50 mA en 5 rangos separados así:

0—100	µA	plena escala
0—500	µA	„ „
0—2500	µA	„ „
0—10	mA	„ „
0—50	mA	„ „

TABLA DE TENSIONES Nº 1

Posición del selector de funciones		*Tensión entre el punto Z y el terminal del zócalo especificado*
NPN	corto	4,5 V c.c.
	Icbo	Determinada por selector *A* según datos de tabla Nº 2
	L	1,75 V c.c.
	C×1	1,75 V c.c.
	C×5	1,75 V c.c.
PNP	corto	4,5 V c.c.
	Icbo	Determinada por selector *A* según datos de tabla Nº 2
	L	1,75 V c.c.
	C×1	1,75 V c.c.
	C×5	1,75 V c.c.
Diodos	Df	1,25 V c.c.
	Dr	Determinada por selector *A* según datos de tabla Nº 2

TABLA DE TENSIONES Nº 2

Tensiones determinadas por la posición del selector *A*

Posición Nº	*Tensión V c.c.*	*Posición Nº*	*Tensión V c.c.*
1	0,5	10	20
2	1,5	11	25
3	2,35	12	30
4	3	13	40
5	5	14	50
6	6	15	60
7	9	16	80
8	12	17	100
9	15		

La tensión de colector adecuada ha sido predeterminada para cada transistor y se la selecciona automáticamente a una de las 17 tensiones en que está dividido el rango de 0,5 Volt c.c. a 100 Volt c. c.

3) *L*: Prueba de pérdidas (corriente de colector a emisor con la base abierta).

4) *Ganancia*: Mide directamente beta en dos rangos de 2 (G×1) a 500 (G×5) con una predeterminada selección de 5 corrientes de base, como sigue: 0 — 50 — 200 — 500 microamperes; 0 — 2 — 5 miliamperes.

Pruebas de diodos de cristal

Todos los diodos se prueban para corriente directa e inversa a tensiones predeterminadas.

Para pruebas de corriente inversa (*Dr*): la corriente puede seleccionarse automáticamente entre 2 μA (lectura inferior) y 50 mA a cualquiera de las 17 predeterminadas tensiones (0,5 a 100 Volt).

Pruebas de corriente directa (*Df*): los rangos de corriente entre 5 mA a 500 mA son proporcionados a cualquiera de las 17 tensiones preseleccionadas (0,75 a 75 Volt).

Circuito para prueba de cortocircuitos (Fig. 193)

Los circuitos para probar los transistores P NP son idénticos a los usados para probar los NPN, excepto que el instrumento y las polaridades de la tensión de c. c. deben invertirse. En consecuencia, todas las pruebas pueden extenderse fácilmente de un caso al otro.

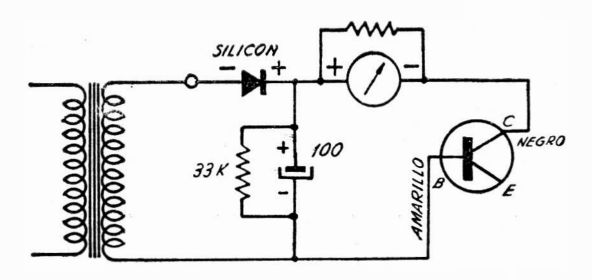


FIG. 193. — Esquema para la prueba de cortocircuitos.

Se ponen en contacto los terminales de base y emisor y se aplica entre ellas y el colector una pequeña tensión de c. c. (4,5 Volt). Las lecturas para los transistores en buenas condiciones no deben ser mayores que las indicadas en la tabla del apéndice *Test Data* en la columna *Short máx*. La posición de las llaves *A, B* y *C* no tienen influencia en esta medición. Esta tabla se provee con el instrumento.

Circuito para prueba de "Icbo" (Fig. 194)

El circuito de emisor se deja libre para esta prueba. La tensión adecuada se selecciona con la llave *A*. La polaridad del colector es positiva con respecto a la base. La lectura en el instrumento no debe ser mayor que un cierto máximo establecido en la tabla del apéndice para el transistor en cuestión. La llave *C* gobierna el valor del *shunt* del instrumento.

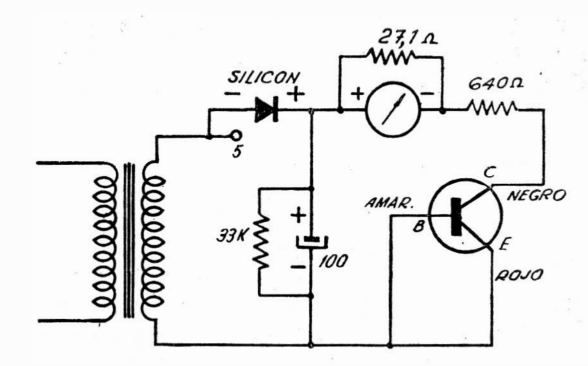


FIG. 194. — Esquema para la prueba de la corriente de corte de colector.

Circuito para pruebas de "L" (Fig. 195)

La tensión para esta prueba no está afectada por la posición de la llave *A*. El valor del shunt está controlado por la posición de *B*. C no tiene ninguna influencia en esta medición.

Circuito para pruebas de ganancia (Fig. 196)

En la figura 196 se ve el circuito básico para pruebas de "G×1" y "G×5". La única diferencia entre las dos pruebas es que se agrega un resistor de 6400 Ohm en serie con el instrumento para la prueba de "G×5". El terminal verde se conecta al transistor solamente cuando se está probando un tetrodo y solamente después de haber completado todas las otras pruebas. Los resistores R_b se seleccionan por la posición de la llave *B*.

Circuito para pruebas de corriente directa en diodos (Fig. 197)

El circuito para realizar pruebas de corriente directa en diodos de cristal se ve en la figura 197. La posición de la llave *A* determina la tensión de c. a. aplicada al circuito y depende del diodo a ser probado. El mismo diodo sirve

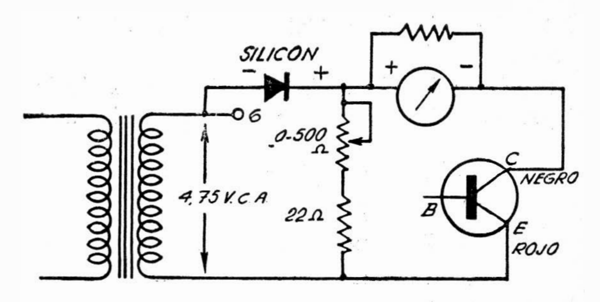


FIG. 195. — Esquema para la prueba de L.

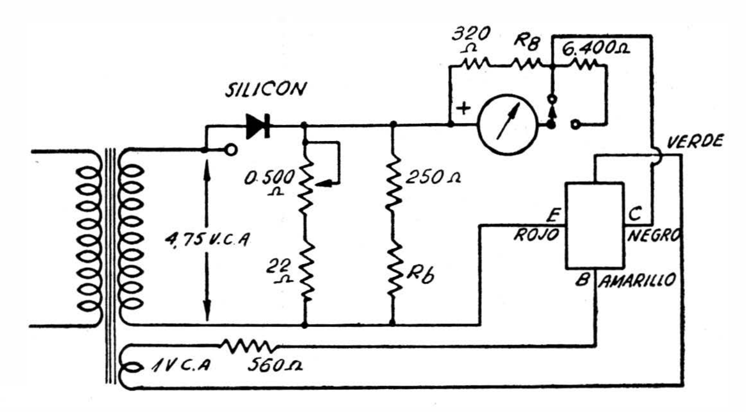


FIG. 196. — Esquema para la prueba de ganancia.

como rectificador para el circuito del instrumento. El shunt para éste es de 0,320 Ohm más el valor seleccionado por la posición de *B*.

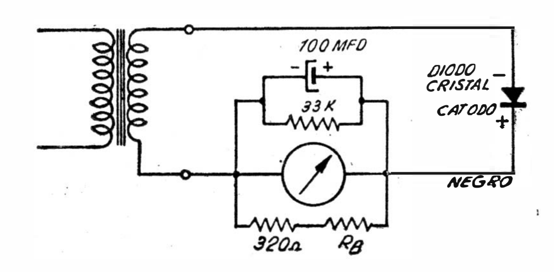


FIG. 197. — Esquema para la prueba de la corriente directa en diodos.

Circuito para pruebas de corriente inversa en diodos (Fig. 193)

En esta prueba, la tensión inversa de c. c. es aplicada al diodo. La polaridad del instrumento es opuesta a la usada en la prueba de corriente directa. El valor de la tensión aplicada se regula por medio de la llave *A* en sus distintas posiciones. El valor del shunt depende de la posición de la llave *C*.

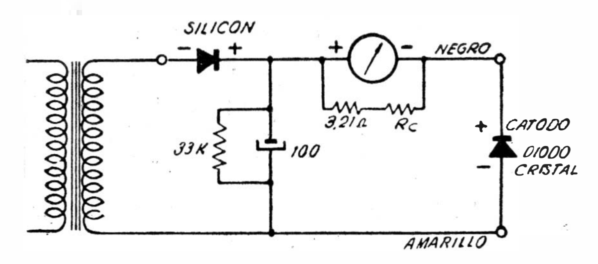


FIG. 198. — Esquema para la prueba de la corriente inversa en diodos.

Funciones de los controles y llaves del panel frontal

1) *Adjust Line* compensa las variaciones de la tensión de línea.

2) *A* es el selector de tensión del colector para lecturas de *Icbo*. Suministra 17 tensiones distintas que varían entre 0,5 V c. c. y 100 V c. c. (véase el diagrama circuital o el cuadro para tener información correcta sobre el valor de cada una de estas tensiones). Esta llave selecciona también la tensión de c. a. para la prueba de corriente directa en diodos.

3) *B* es el selector de inyección de corriente de base (para pruebas de ganancia) para todas las clases de transistores.

Pos.	*Inyecc.*	*Tipo*
1	50 μA	baja potencia
2	200 μA	mediana potencia
3	500 μA	mediana potencia
4	2 mA	mediana potencia
5	5 mA	potencia

3) *B* también varía la sensibilidad del instrumento para las pruebas de pérdidas "G×1" y "G×5" y las de corriente directa en diodos.

4) *C* es el selector de sensibilidad del instrumento en las pruebas de *Icbo* y corriente directa.

Cuando el instrumento es encendido, el medidor actúa como indicador para ajuste de la línea hasta que se presiona el botón *Read Meter* para realizar la prueba.

Prueba de transistores

En la inspección de la calidad de los transistores se ha encontrado que hay un parámetro que es el superior para ello. Este parámetro ha sido llamado *Icbo*.

La lectura durante la prueba de este parámetro se hace usualmente en microamperes, con lo que se necesita un instrumento muy sensible. En el T-65 el instrumento es tan sensible que se obtiene deflexión de plena escala a 100 µA con la posición de máxima sensibilidad de los controles.

Los fabricantes de transistores han normalizado un conjunto de símbolos para nomenclatura de las distintas características de los transistores. Los tres términos más frecuentes son:

1) *Icbo* — Este símbolo indica flujo de corriente entre colector y base con el emisor sin conectar. La letra *I* es el símbolo de la corriente; las siguientes dos letras representan colector y base, las dos partes del transistor en las que se mide la corriente; *o* indica que el elemento restante, el emisor, queda sin conectar.

2) *Icbs* — En este símbolo *I, c* y *b*. significan lo mismo que antes; *s* indica que el otro elemento, el emisor en este caso, está cortocircuitado con la base.

3) *Beta* — *Beta* describe la ganancia de corriente y es similar al factor de amplificación en la nomenclatura de las válvulas de alto vacío. Específicamente, es la ganancia de corriente de colector a base con la salida cortocircuitada y con la corriente de colector mantenida constante. *Beta* se refiere tanto a c. c. como a c. a.

La prueba de cortocircuito es la primera que se realiza en orden de importancia con el T-65. Un transistor en *corto* o con baja resistencia debe ser despreciado sin realizar pruebas ulteriores. La segunda prueba debe ser la de *Icbo*. Luego la de pérdidas y luego la de *Beta*.

Como los transistores son sensibles a la temperatura, las tablas del apéndice están confeccionadas para una temperatura ambiente de 25° C. El valor de *Icbo* puede duplicarse por cada 18°C de aumento de temperatura. Por lo tanto no tome el transistor con las manos cuando realice las pruebas.

La única diferencia entre los transistores P NP y NPN (desde el punto de vista de estas pruebas) es la polaridad de la tensión aplicada. A un transistor PNP debe aplicársele una tensión negativa al colector, mientras que en un NPN la tensión deberá ser positiva.

Instrucciones para transistores

Ponga el instrumento a cero antes de encender el aparato.

1) Coloque las llaves *A, B* y *C* en las posiciones indicadas en la tabla del apéndice (*Test Data*). Esta tabla viene con el aparato.

2) Determine si el transistor es PNP o NPN de acuerdo con la tabla, y coloque el selector de funciones (*Function Selector*) en la posición de *corto* (*Short*). Encienda el aparato (llave deslizante *Power* hacia la posición *On*) y ajuste la tensión de línea con el control *Adjust Line* de modo que la aguja esté en la posición *Adjust Line* dentro del cuadrante.

3) Identifique los terminales del transistor e insértelos en el zócalo del panel. Asegúrese que las patas no aisladas del transistor no se tocan entre sí.

NOTA: si las patas del transistor no pueden acomodarse en el zócalo use las pinzas cocodrilo para realizar las conexiones. Si el transistor es del tipo de potencia con el colector en la caja metálica que lo envuelve, conecte a ésta el cocodrilo negro.

4) Apriete el botón *Read Meter* y lea sobre la escala. Compare esta lectura con la que se da en la tabla. Si la lectura es mayor que la de la tabla, desprecie al transistor.

5) Gire el *Function Selector* a la posición *Icbo*, suelte el botón *Read Meter* y compare la lectura con la de la tabla. Si la lectura es mayor es probable que el transistor sea defectuoso.

NOTA 1: El apéndice alista dos valores *Max* o *Typ*. Si en la lista aparece un valor *Typ* (típico) eso significa que el fabricante no informa sobre el valor máximo. En tal caso el valor típico solamente informa de un valor medio para ese transistor, con lo que el operario debe tener en cuenta una cierta tolerancia.

NOTA 2: En algunos casos la lectura de *Icbo* se incrementa cuando se presiona el botón. Si la lectura alcanza un valor doble al inicial después de 10 segundos, deseche el transistor.

NOTA 3: Tenga en cuenta la sensibilidad de *Icbo* con la temperatura.

Todas las pruebas de *Icbo* se relacionan con la escala de 0—100. En algunos casos la *Icbo*

se puede leer directamente entre 0—100 μA. Sin embargo, en otros casos (que dependen de la posición de *C*) la lectura será simplemente arbitraria basada en la escala de 0—100. Si el lector quiere convertir estas lecturas en μA puede hacer uso de la siguiente tabla:

Llave C	*Corriente de plena escala*
1	100 microampere
2	500 microampere
3	2500 microampere
4	10 miliampere
5	50 miliampere

6) El *Funciton Selector* debe ser rotado a la posición *L* y debe tomarse la lectura. Este valor debe recordarse para usarlo en el paso 7 (se resta del valor de la ganancia para obtener mayor exactitud).

7) El último paso es el de la prueba de ganancia. Nótese que hay dos posiciones G×1 y G×5. Si se espera que la ganancia del transistor sea menor que 100 debe usarse el G×1 donde el instrumento mide en la escala de 0—100. Si se espera que la ganancia sea mayor que 100 use el G×5 y multiplique todas las lecturas por 5.

Nota: No tenga presionado el botón *Read Meter* más de lo necesario.

Instrucciones para diodos

Conecte el cátodo (+) del diodo al terminal 4 (negro) del T-65. Conecte el (—) al terminal 2 (amarillo).

Nota: Es importantísimo cuidar la polaridad de estas conexiones, pues de lo contrario se destruirá el diodo.

Prueba de Corriente Directa

1) Coloque el *Function Selector* en la posición *Df*.

2) Coloque las llaves *A* y *B* como se indica en las tablas del apéndice.

3) Apriete el botón *Read Meter*. Si la lectura está dentro del rango especificado, proceda a la prueba de corriente inversa. De no ser así, no haga más pruebas, pues el diodo no sirve.

Prueba de Corriente Inversa

Conecte el diodo como en la prueba anterior.

1) Coloque el *Function Selector* en la posición *Dr*.

2) Coloque las llaves *A* y *C* como se indica en la tabla del apéndice.

3) Presione el *Read Meter*. La lectura debe estar por debajo de la indicada como *diode reverse current* (corriente inversa del diodo).

PROBADORES DE CAPACITORES

En todo laboratorio de radio se encuentra un juego de instrumental que puede ser completo o no, pero que no sirve para nada frente al problema de un pequeño capacitor dudoso. Con los instrumentos comunes se pueden medir tensiones, corrientes y resistencias, y con otros generar señales de radio y de audiofrecuencia, pero es difícil que se cuente con un capacímetro, por cuanto suelen ser aparatos muy complejos y costosos. El propósito del autor en esta oportunidad es la de describir un circuito que pueda ser utilizado para salir del paso en el noventa y nueve por ciento de los problemas que se presenten en el laboratorio en materia de capacitores, ya que hay que dejar siempre algún caso insoluble, que en radio toma el carácter de incentivo para proseguir la lucha.

Probador de capacitores pequeños

La mayoría de los circuitos para la verificación de capacitores emplean un sistema a puente, que tiene el inconveniente de la calibración dificultosa y del indicador de cero que no es muy preciso que digamos. Por esta razón los aficionados han desechado tal tipo de circuito y sólo lo emplean cuando se trata de una construcción comercial que viene ya con todos los elementos listos para su utilización.

Hay una nueva idea sobre la medición de capacitores que se presta particularmente para el caso de valores más pequeños, que son siempre los que requieren prueba, por cuanto los diferentes códigos a base de puntos de colores han traído una confusión y eso cuando la pintura no desaparece de su lugar.

Descripción del circuito

Tal como puede comprobarse en el esquema de la figura 199, hay dos osciladores, integrado cada uno con una válvula triodo tipo 6J5 o cualquier otra en su lugar, lo que permite la más

completa libertad en cuanto a sistema de alimentación se refiere. El segundo oscilador, marcado con V_2 en la figura, actúa al propio tiempo como detector de batido cero.

El capacitor que se desea probar se conecta a los bornes marcados *prueba* y queda derivado sobre la bobina del oscilador V_1. Acto seguido se sintoniza el capacitor variable de 500 μμF, que aparece en el circuito resonante del oscilador en prueba en forma directa y en la posición número 2, en serie con el capacitor fijo. La segunda escala tendrá valores de capacidad hasta 0,01 microfarad.

Las bobinas usadas en los osciladores son las dos iguales y no son otra cosa que dos osciladoras de juegos de bobinas para receptores de onda larga, que actualmente se pueden obtener sueltas en el mercado. Hay que tratar de conse-

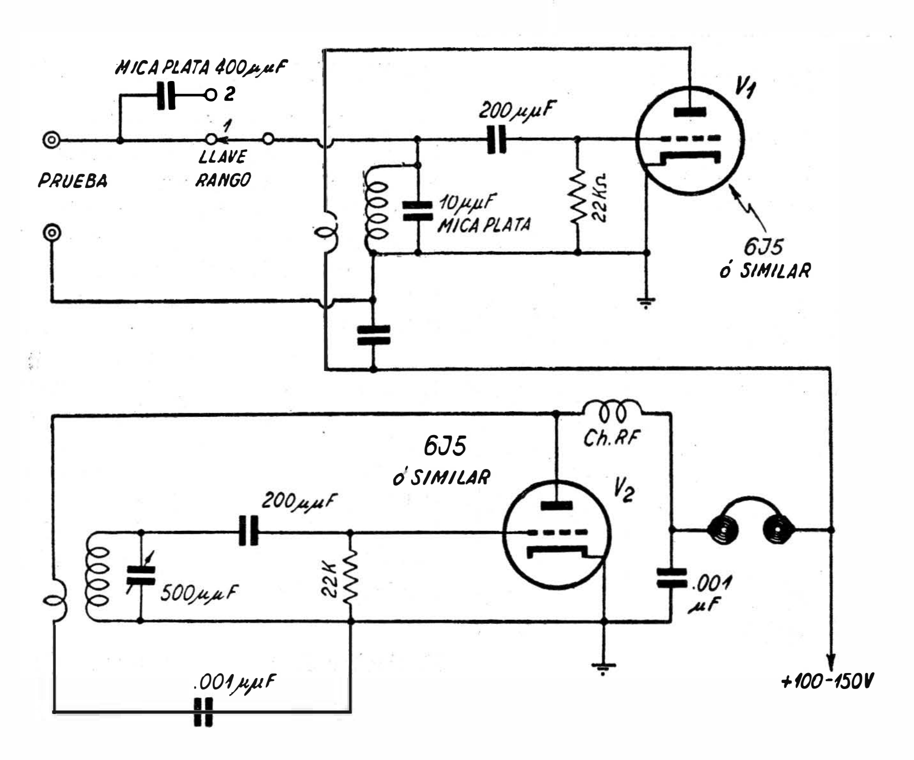


FIG. 199. — Circuito de un probador de capacitores pequeños.

V_2, hasta que la frecuencia producida sea la misma en los dos osciladores. Este detalle queda indicado por el hecho de que los teléfonos no dejan percibir ningún sonido, acusando el batido cero. Como el capacitor variable del segundo oscilador puede tener una escala calibrada, indicando los valores de la capacidad no habrá ninguna dificultad en hacer la lectura directa del capacitor en medición. El rango de medición que es posible conseguir con el instrumento en la forma que se ha descripto es de 50 hasta 5000 μμF. Como es común la necesidad de medir capacidades mayores, se ha pensado en colocar en serie con el capacitor desconocido uno de capacidad fija, que en este caso tiene un valor de 400 μμF. Con tal objeto se ha colocado una llave selectora de rangos, la cual en la posición número 1 intercala el capacitor guirlas con el bobinado de acoplamiento independiente, pues de lo contrario habrá que modificar el circuito. En el montaje conviene blindarlas o de lo contrario colocarlas distanciadas de manera que sus ejes formen ángulos rectos. En realidad hay que conseguir un cierto acoplamiento entre las dos bobinas para lograr el batido, pero el mismo no debe ser excesivo.

Para marcar las dos escalas del capacímetro se utilizan capacitores de capacidad conocida, con las cuales se tendrá una serie de puntos de la escala, los que se llevan sobre un papel milimetrado para obtener los restantes por interpolación. Puede procederse en este sentido de dos maneras distintas: una es usar una escala de 0 a 100 en el dial y con la curva trazada en papel milimetrado leer después los valores de capacidad. El segundo procedimiento es un poco más

trabajoso, pero resulta más práctico en el uso y consiste en dibujar la escala con los valores directos de la capacidad para cada uno de los rangos. En otras palabras, tendremos o bien dos curvas sobre papel milimetrado o bien dos escalas dibujadas sobre una cartulina que oficiará de dial para el capacitor variable del segundo oscilador, pero que en realidad nos estará dando las capacidades de los capacitores en prueba conectados al circuito sintonizado del primer oscilador.

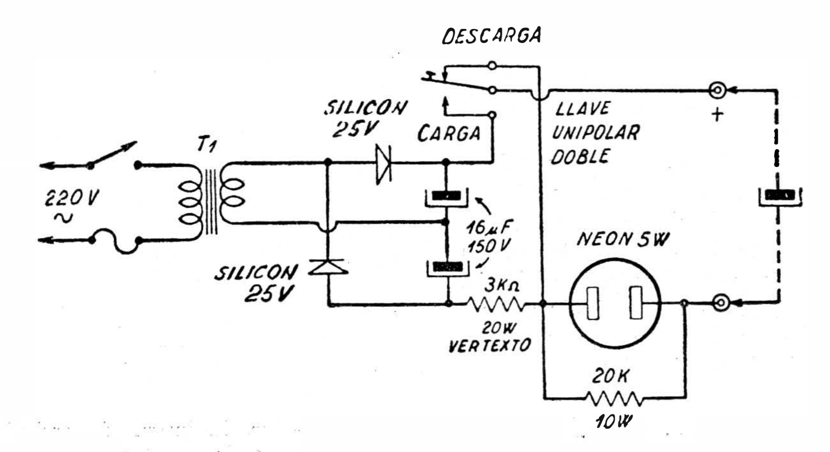


FIG. 200. — Esquema de un probador de electrolíticos de baja tensión.

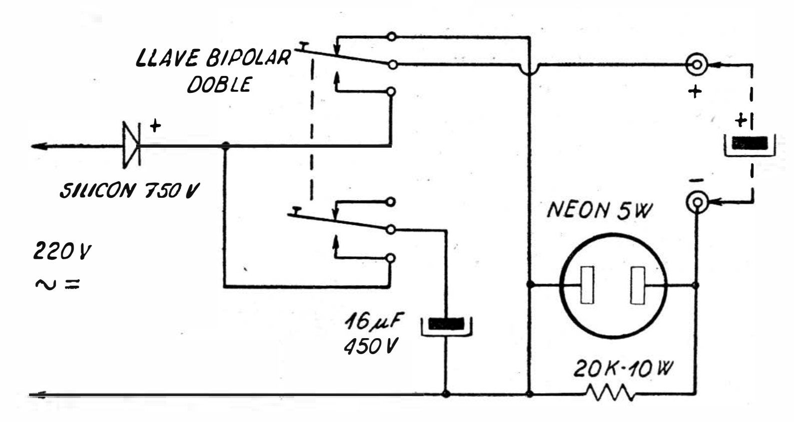


FIG. 201. — Esquema de un probador de electrolíticos de alta tensión.

Probador de capacitores electrolíticos

Durante el armado y la revisión de equipos de radio, se tienen dudas sobre el estado de un capacitor electrolítico, el que por su característica funcional no puede verificarse por los métodos comunes. En efecto, si aplicamos el óhmetro común, nos indicará un cierto valor de resistencia, que si bien da una idea del estado de la substancia dieléctrica del electrolito, sólo es posible hacer comparaciones con otro de la misma marca y valor. También hay que descartar la prueba en alterna, porque el que ha hecho la prueba una vez, no tendrá deseos de repetirla.

Hay numerosos circuitos de probadores de capacitores en general, puesto que los de mica y los de papel no ofrecen mayores dificultades, pero no ocurre lo mismo para los electrolíticos, donde el problema cambia de aspecto. Con estos últimos hay que recurrir al sistema de cargarlos y verificar si descargan, pues en tal caso se encuentran en buen estado.

Electrolíticos de baja tensión

Veamos, por ejemplo, el circuito de la figura 200, que nos muestra un verificador para elec-

trolíticos de baja tensión. Se emplea un transformador T_1 que tenga un secundario de alrededor de 20 Volt. En su defecto habrá que usar uno de alimentación viejo, sumando las tensiones de filamento, o un transformador de campanillas, de esos que suelen entregar hasta unos 12 Volt en el secundario. Como la tensión de prueba que se necesita es mayor, construimos un doblador de tensión, mediante un par de rectificadores sólidos o sea silicones.

El funcionamiento de la unidad es instantáneo y basta oprimir el botón pulsador que actúa sobre el capacitor y al soltarlo se descarga. Si esta última es completa, se sobrepasa la tensión de ignición de la lámpara a neón y enciende. Hay que usar una lámpara cuyo cebado se produzca a la tensión de régimen en el secundario, bastando un modelo de medio Watt.

Electrolíticos de alta tensión

El segundo circuito es para probar electrolíticos de mayor tensión de trabajo, y se conecta directamente a la línea de canalización de 220 Volt, tal como podemos ver en la figura 201. Hay que guardar precauciones, puesto que el capacitor en prueba queda con su masa unida directamente a un polo de la línea. También en este caso se emplea un rectificador (silicón) de la tensión adecuada.

Una sección del interruptor elástico bipolar se conecta de tal modo que elimina la carga que toma el capacitor de filtro de 16 microfarad, y con este recurso se ha podido eliminar la llave de línea. Basta entonces enchufar el aparato a la línea para que quede en condiciones de uso.

El resistor de 20.000 Ohm está para acelerar la carga de los capacitores electrolíticos y luego sacarle la carga residual que quedaría en el capacitor bajo prueba, cuando ésta baja respecto del punto de ignición de la lámpara a neón.

Prueba de capacitores de papel

Lo interesante de los dispositivos descriptos, diseñados especialmente para electrolíticos, es que sirven para probar también capacitores de papel. Claro está que si la capacidad de los

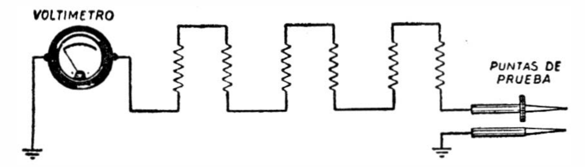


FIG. 202. — Conexiones de un multiplicador de tensión para probar la A.T. de un cinescopio.

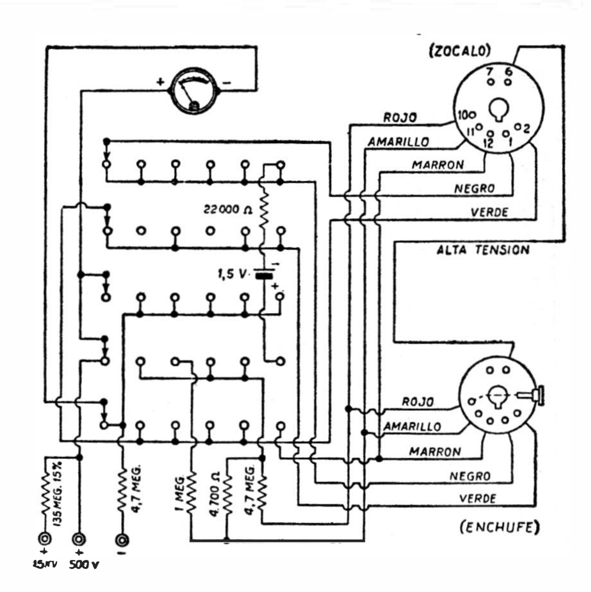


FIG. 203. — Circuito interno del probador de tubos de imagen Oak Ridge.

mismos es baja, la indicación de la neón puede no ser visible, y se hará necesario apagar la luz. No obstante, la utilidad del aparatito es evidente. No estaría de más probar primero con capacitores en buen estado para sacar conclusiones.

Probadores de cinescopios

Cuando se deba verificar el circuito de alta tensión del cinescopio, no podrá emplearse el analizador común, salvo que se le acople un multiplicador de tensión en la forma como se ilustra en la figura 202. Se trata de conectar una serie de resistores todos iguales y de valor coincidente con la resistencia interna del voltímetro para la escala usada. No puede emplearse una sola resistencia de valor muy elevado porque se produciría conductibilidad superficial. La punta de prueba que no va a masa, debe ser adecuada para el valor de la tensión a medir, que en los receptores de televisión comunes es del orden de 15 Kilovolt. Si se usa la escala de 2.500 Volt del voltímetro, y tiene para ese rango una resistencia interna de 2,5 Megohm, habrá que aumentar el alcance diez veces mediante nueve resistencias de ese mismo valor, todas en serie.

En la práctica ha resultado conveniente construir analizadores directos para cinescopio, uno de cuyos modelos se ilustra en la figura 203 (*Oak-Ridge*). Se trata de un aparato que tiene una ficha que es igual a la base de conexiones del cinescopio y que se coloca en el zócalo del

aparato. Mediante una llave selectora se puede conectar el voltímetro de que está provisto, de tal modo que mida las tensiones de todos los electrodos.

El aparato tiene otras posibilidades. Mediante una pila, que se conecta en una posición de la llave, se comienza por comprobar la continuidad del filamento. Se verifican las condiciones de aislación entre electrodos por indicación de la corriente de pérdidas, o directamente el cortocircuito si éste existiera. Cuando se acciona el control de brillo del receptor, la aguja del instrumento permitirá notar las variaciones de tensión que corresponden.

Además viene provisto de conexiones para usarlo como voltímetro de alta tensión con alcance hasta 15 KV, y otra escala de 500 Volt para verificar las restantes tensiones del receptor. Puede asimismo ajustarse la trampa iónica buscando que la aguja se desplace de un máximo a un mínimo en relación 2:1. La posición final de la trampa corresponde a la lectura mínima, indicadora de la reducción de corriente por no llegar los iones al ánodo.

INDICE GENERAL

Este libro se terminó de imprimir en los Talleres Gráficos Dulau, Rauch 1849, Bs. As., en el mes de noviembre de 1967

APRENDA INSTRUMENTAL EN 15 DIAS

por CHRISTIAN GELLERT
bajo la dirección técnica del
ING. FRANCISCO L. SINGER

La diferencia que hay entre un armador o reparador principiante y un técnico se apoya en el conocimiento del manejo de los aparatos de medición, ajuste y comprobación. Claro, un trabajo queda bien terminado si se hace intervenir el instrumento adecuado para ello, pero hay una gran diversidad de estos aparatos y su conocimiento cabal no está al alcance de los novicios.

El objeto de este libro es brindar a los armadores y reparadores en general un conocimiento elemental sobre la teoría de los instrumentos y una descripción práctica completa del manejo de esos mismos aparatos como para que puedan encarar las operaciones técnicas de su taller sin dificultades; no es posible describir todos los existentes y los que aparecerán en el futuro, pero se han tomado dos o más de cada serie, los más difundidos en nuestro medio, y se han dado sus esquemas internos, su aspecto frontal y sus características de funcionamiento. Y en la explicación del uso se han seguido en todos los casos las indicaciones de los fabricantes.

Una vez más el famoso binomio Gellert-Singer llega a sus numerosos lectores con una obra práctica, al alcance de todos, que no requiere preparación matemática y que seguramente los ha de habilitar para completar sus conocimientos y emprender nuevas tareas o elevar el nivel de las que realizan.

La *Editorial Hispano Americana* incorpora así a la difundida colección de libros que forman esta serie un título que faltaba y que promete, al igual que los otros, enseñar toda una materia en sólo 15 días. Los que han seguido los otros tomos saben que eso es cierto, si la voluntad del lector se concentra en el objetivo.

EDITORIAL HISPANO AMERICANA S. A.
Alsina 731 Buenos Aires


Editorial
H.A.S.A.